စက်မှုဝန်ကြီးဌာန

စက်မှုကြီးကြပ်ရေးနှင့် စစ်ဆေးရေးဦးစီးဌာန

လျှပ်စစ် စစ်ဆေးရေး

လျှပ်စစ်ကျွမ်းကျင်မှု မွမ်းမံသင်တန်း

(သင်ရိုးညွှန်းတမ်းမှတ်စု)

(သင်တန်းသားများအတွက်သာ)

မာတိကာ

စဉ်	အခန်းအမည်	စာမျက်နှာ
အခန်း(၁)	အိမ်တွင်းသုံးလျှပ်စစ်ကိရိယာများ	၁-၁၄
အခန်း(၂)	လျှပ်စစ်တိုင်းတာရေးမီတာများ	၁၅-၃၂
*အခန်း(၃)	စက်ရုံများတွင် လျှပ်စစ်တပ်ဆင်ခြင်း	၃၃-၅၄
*အခန်း(၄)	မြေစိုက်ကြိုးနှင့် မိုးကြိုးလွှဲ	၅၅-၇၁
အခန်း(၅)	အန္တရာယ်ရှိသောနေရာတွင် လျှပ်စစ်တပ်ဆင်ခြင်း	၇၂-၇၉
အခန်း(၆)	အေစီ/ဒီစီမော်တာများ	၈၀-၉၅
အခန်း(၇)	မော်တာနှိုးခလုတ်	၉၆-၁၀၁
အခန်း(၈)	အေစီ/ဒီစီလျှပ်ထုတ်စက်များ	၁၀၂-၁၁၃
*အခန်း(၉)	လျှပ်တာပြောင်း	၁၁၄-၁၂၆
*အခန်း(၁၀)	ခလုတ်ဂီယာ	၁၂၇-၁၃၁
အခန်း(၁၁)	ထိန်းချုပ်ကိရိယာများ	၁၃၂-၁၃၃
အခန်း(၁၂)	ဓာတ်လှေကားအခြေခံသဘောတရား	၁၃၄-၁၅၆
*အခန်း(၁၃)	ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်း	၁၅၇-၁၈၈
အခန်း(၁၄)	အီလက်ထရောနစ်	၁၈၉-၂၁၀
အခန်း(၁၅)	လျှပ်စစ်အန္တရာယ်ကင်းရှင်းရေး	၂၁၁-၂၂၀

အခန်း(၁)

အိမ်တွင်းသုံးလျှပ်စစ်ကိရိယာများ

Domestic Air Conditioner

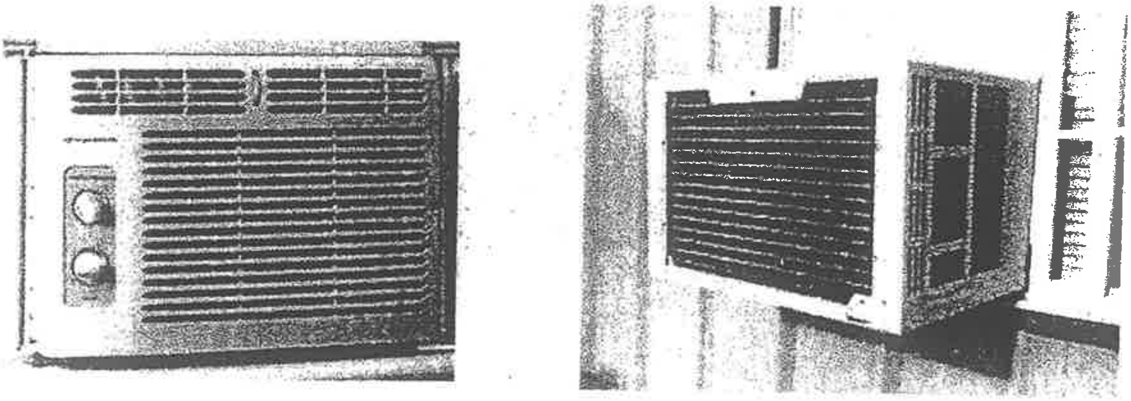
၁။ Domestic Air Conditioner များကို (၁) Window Type (၂) Split Type ဟူ၍ (၂)မျိုး ခွဲခြားထားပါသည်။ Air Conditioner များသည် Conditioned Space ရှိ အပူချိန်နှင့် လေကို စဉ်ဆက်မပြတ် ပြုပြင်ပေးသော ဖြစ်စဉ်ကို ဆောင်ရွက်ပေးသည်။ ထိုသို့ ဆောင်ရွက်ရာတွင်

(၁) အခန်း၏ အပူချိန်ကို ထိန်းချုပ်ခြင်း၊

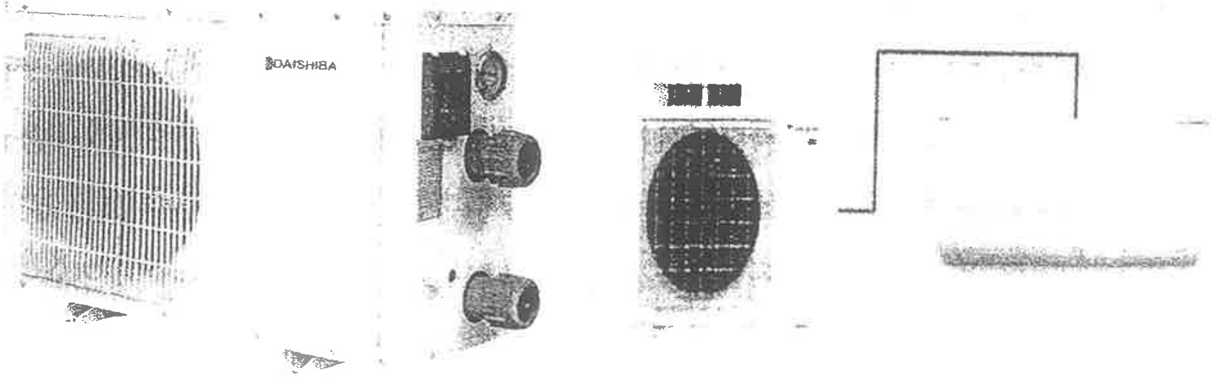
(၂) အခန်း၏ ရေငွေ့ပါဝင်မှုကို ထိန်းချုပ်ခြင်း၊

(၃) အခန်းတွင်းလေကို သန့်စင်ပေးခြင်း၊

(၄) အခန်းတွင်း လေလှည့်ပတ်မှုကို ဆောင်ရွက်ပေးခြင်းတို့ကို တပြိုင်တည်း ဆောင်ရွက်ပေးပါသည်။



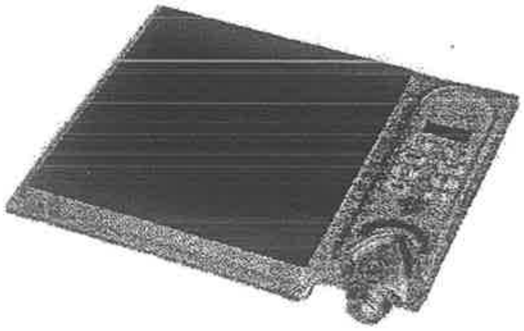
ပုံ (၁-၁) Window Type Air Con



ပုံ (၁-၂) Split Type Air Con

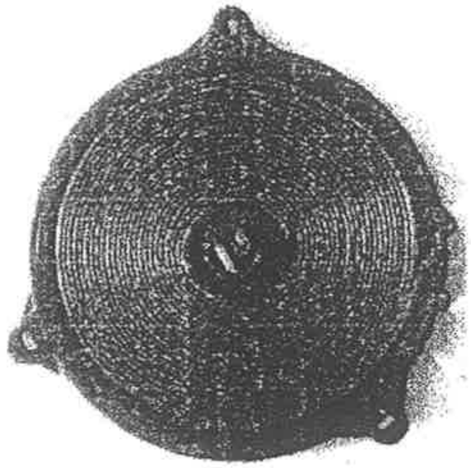
Induction Cooker

၂။ Induction Cooker သည်သံလိုက်စက်ကွင်းဖြင့် ညှို့ပြီးသံလိုက်ဓာတ် ဖြစ်ပေါ်နိုင်သော သတ္တုပစ္စည်း Vessel, Pot ကို အပူဖြစ်ပေါ်စေ၍ အစားအသောက်များကို ချက်ပြုတ်နိုင်သော လျှပ်စစ်ပစ္စည်းဖြစ်သည်။ သံလိုက်ကွိုင်ကို Copper Wire ဖြင့် ရစ်ပတ်ထားပြီး အပေါ်မှ Glass Ceramic Top အပူခံပြားဖြင့် ဖုံးအုပ်ထားသည်။ ဤမီးဖို၌ အသုံးပြုနိုင်မည့်အိုး Cooking Pot မှာ Cast Iron, Stainless Steel အိုးများသာဖြစ်သည်။ Copper, Glass, Non-Magnetic Steel & Aluminium Vessel ဖြင့်ပြုလုပ်သော အိုးများအသုံးပြုမည်ဆိုပါက သံလိုက်ဓာတ်ညှို့ ဝင်နိုင်သော Feromagnetic Interface Disk ကို ကြားခံ၍ အသုံးပြုနိုင်သည်။ သံလိုက်ကွိုင်မှ ထုတ်လွှတ်သော Dynamic Magnetic Field ၏ ညှို့အားကြောင့် ကြီးမားသော Large Eddy Current ဖြစ်ပေါ်ပြီး အိုးတွင် အပူများစွာ ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ထိန်းချုပ်ပတ်လမ်းနှင့် IGBT ၏အပူခံပြားကို အအေးခံရန် ပန်ကာတစ်လုံးပါရှိပြီး ချက်ပြုတ်ချိန်ကို Timer ဖြင့်လည်း ချိန်ညှိပေးနိုင်သည်။ အပူချိန်ကို Temperature Sensor ဖြင့် အချက်အလက်ရယူပေးပို့သည်။

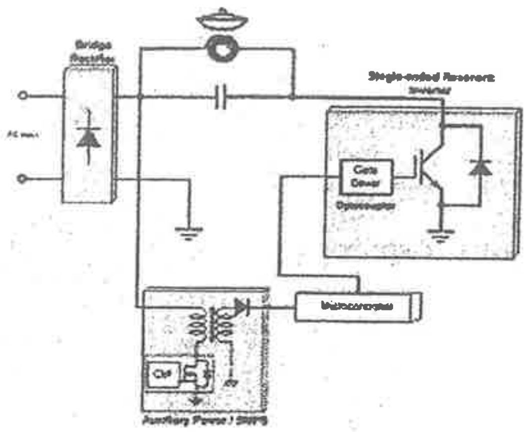


ပုံ (၁-၃) Induction Cooker

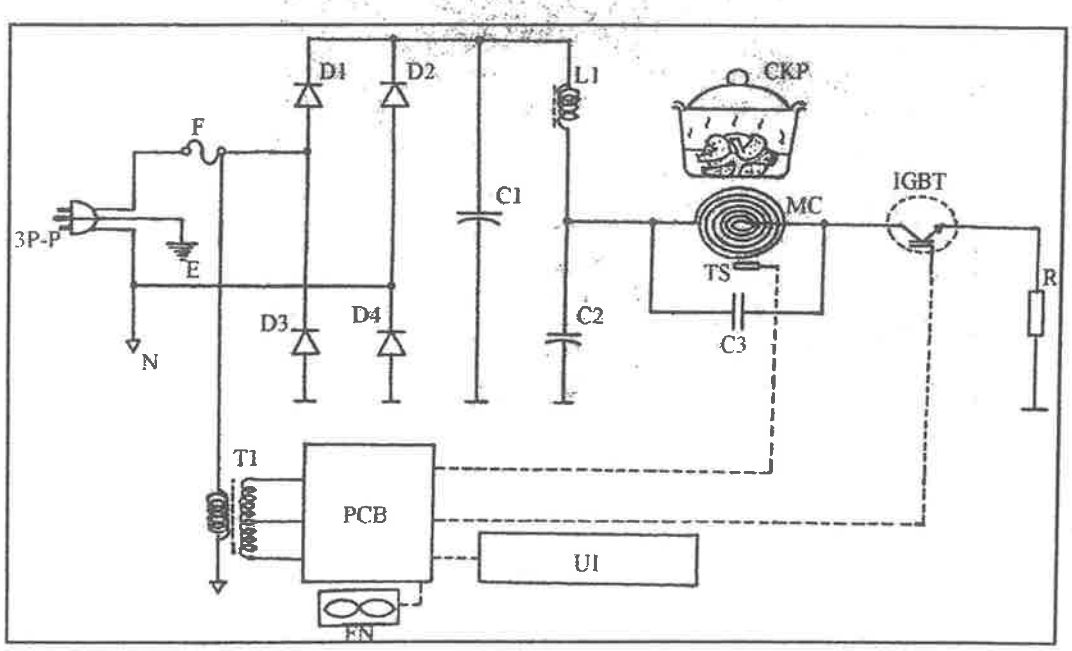
လျှပ်စစ်ပတ်လမ်းအလုပ်လုပ်ပုံမှာ အဝင်အေစီဗို့အားကို ဒီစီသို့ပြောင်းစေပြီး သံလိုက်ညှို့ကွိုင်အတွက် လိုအပ်သော ဗို့အား၊ လျှပ်စီးနှင့် ကြိမ်နှုန်းရရှိစေရန် IGBT (Insulated-Gate Bipolar Transistor) ဖြင့် မိမိချိန်ညှိထားသည့် အပူချိန်နှင့် Watt အားအရ Control Circuit မှ ဆောင်ရွက်ပေးသည်။ အပူချိန်အနည်း/အများရရှိစေရန် Gate Firing Angle ပြောင်းခြင်းဖြင့်လည်းကောင်း သံလိုက်ညှို့ကွိုင်ကို Interval အချိန်ပိုင်းအလိုက် အပိတ်/အဖွင့်ပြုလုပ်ပေးခြင်းဖြင့်လည်းကောင်း ရရှိစေသည်။ Induction Cooker ၏သတ်မှတ်ကြိမ်နှုန်းသည် 24~40 KHz အတွင်းရှိပြီး လျှပ်စစ်ဗို့အားအဝင် 80~240 V အတွင်းအသုံးပြုနိုင်ရန် တည်ဆောက်ထားပါသည်။ မီးဖို၏ Power Output မှာ 400~2000 W အထိ အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။



ပုံ (၁-၄) Induction Coil



ပုံ (၁-၅) Block diagram for Induction Cooker



ပုံ (၁-၆) Induction Cooker Circuit diagram

3P.P	3 Pin Plug	L1	Inductor
N	Neutral	MC	Magnetic Coil
E	Earth	T5	Temperature Sensor
GND	Circuit GND Line	D1-4	20 A, Diode
F	Fuse, 250 V, 10 A	CKP	Cooking Pot
T1	230/12 V, Transformer	PCB	Printed Circuit Board
C1	2 μF, 275 V	FN	Fan Motor
C2	2 μF, 275 V	UI	User Interface
C3	0.27 μF, 12000 V		

၃။ Automatic Voltage Regulator

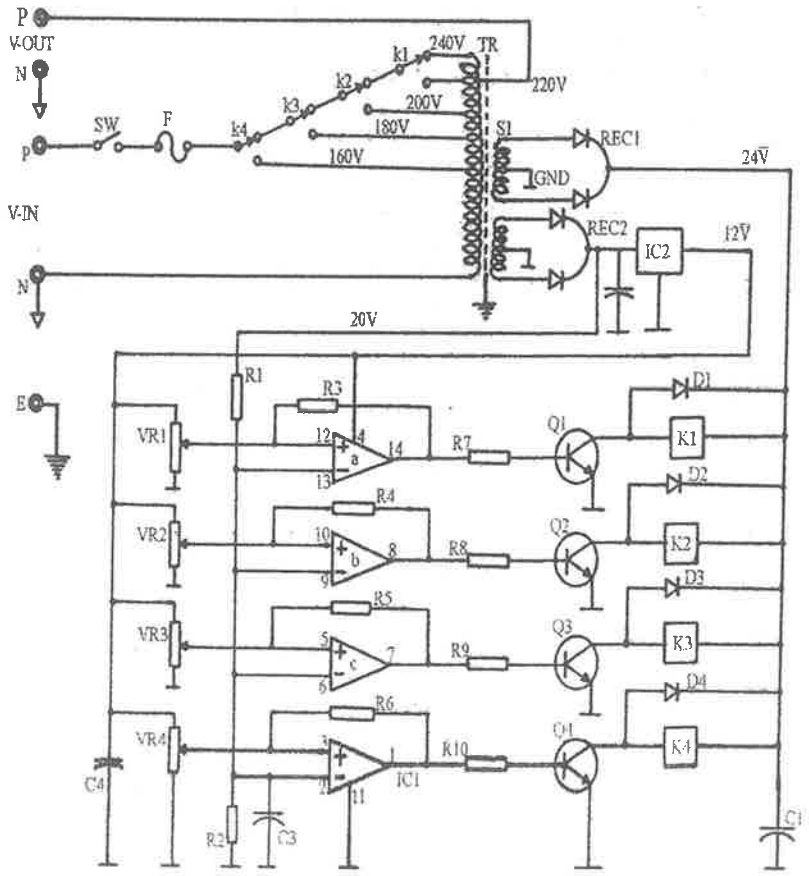
လျှပ်စစ်ပစ္စည်း ကိရိယာများပုံမှန်အလုပ် လုပ်နိုင်ရန် သတ်မှတ် ဗို့အား Rated Voltage ၏ ±5% အတွင်း ရှိရန်လိုအပ်ပါသည်။ လျှပ်စစ်ဓာတ်အား အသုံးပြုသည့်နေရာသည် Source Transformer နှင့် ဝေးခြင်း၊ လိုင်းကြိုးအရွယ်ငယ်ခြင်း၊ ထုတ်ပေးနိုင်သော စွမ်းအားထက် အသုံးပြုသော ပမာဏကများနေခြင်း၊ ပင်မဓာတ်အားလိုင်းမှ ဗို့အားကျဆင်းခြင်းတို့ကြောင့် ဓာတ်အားသုံးစွဲသူများ လျှပ်စစ်ဗို့အား ပြည့်မီစွာ မရရှိသဖြင့် အသုံးအဆောင်လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများ ချို့ယွင်းပျက်စီးဆုံးရှုံးကြရသည်။

ပုံ (၁-၇) Voltage Regulator

ထိုသို့ လျှပ်စစ်ဗို့အားကျဆင်းမှုကို ကာကွယ်နိုင်ရန် လျှပ်စစ်ပစ္စည်းကိရိယာ၏ အနည်းဆုံးလိုအပ်သောဗို့အားနှင့် အများဆုံးလိုအပ်သော ဗို့အားအကြား၌ ရှိနေစေရန် AVR-Automatic Voltage Regulator များကို တပ်ဆင်အသုံးပြုကြသည်။ အိမ်သုံး AVR များကို လျှပ်စစ်စွမ်းအား 500W မှ 10kVA အထိနှင့် Rated Voltage ၏ +5% ~ -24% အတွင်း ရှိနေစေရန် ထုတ်လုပ်သုံးစွဲကြသည်။

လျှပ်စစ်ပတ်လမ်းရှိ Auto Transformer TR1 ၏ Primary Winding P1 တွင် Relay Step လေးခုရှိပြီး 160 V, 180 V, 200 V, 220 V, 240 V အထွက်ဗို့အားရှိသော Output Terminal ငါးခုရှိသည်။ Secondary Winding နှစ်ခုရှိပြီး Winding S1 ကို Rectifier REC1 အသုံးပြု၍ Relay K1, K2, K3, K4 တို့အတွက် DC 24 V ထုတ်ပေးသည်။ 20 V Winding S 2 ကို Rectifier REC2 အသုံးပြု၍ DC 20 V ထုတ်ပေးပြီး IC1 ၏ Power နှင့် Non-Inverting Input Terminal များအတွက် အညွှန်းဗို့အားများကို IC2 မှတဆင့် ထုတ်ပေးသည်။ IC1 ၏ Power နှင့် အညွှန်းဗို့အားများ တည်ငြိမ်စေရန်အတွက် 12V Voltage Regulator IC ကို အသုံးပြုထား

သည်။ Relay ၄ လုံးကို အဝင်ဗို့အားအလျောက် လုပ်ဆောင်စေရန် IC1-a, IC1-b, IC1-c, IC1-d တို့၏ အညွှန်းဗို့အားများကို VR1~4 တို့ဖြင့် ချိန်ညှိပေးထားသည်။ Winding S2 နှင့် Rectifier REC2 တို့မှ ထွက်သော DC 20 Vကို Voltage Divider R1+R2 မှတဆင့် IC1 ၏ Inverting Input Terminal များအတွက် အဝင်ဗို့အားကို ပေးသွင်းထားသည်။ ဗို့အားပြည့်နေလျှင် IC1 ၏ အဝင် ဗို့အားများသည် အညွှန်းဗို့အားများထက် များသဖြင့် အထွက်ပိုင်းသည် Low Voltage Level Output အခြေအနေ၌ ရှိနေသည်။ အဝင်ဗို့အား ကျဆင်းလာသောအခါ IC1 ၏ အညွှန်းဗို့အား အောက်ရောက်ရှိသော Step သည် High Voltage Level Output ထွက်သဖြင့် ယင်းနှင့် သက်ဆိုင်သော Relay K1, K2, K3, K4 တို့ကို တစ်ဆင့်စီ ဆွဲကပ်စေသည်။ ဤနည်းအားဖြင့် TR ၏ 220V အငုတ်မှ ထုတ်ယူထားသော Output Socket တွင် ဗို့အား 210~230 အတွင်း ရှိနေစေသည်။



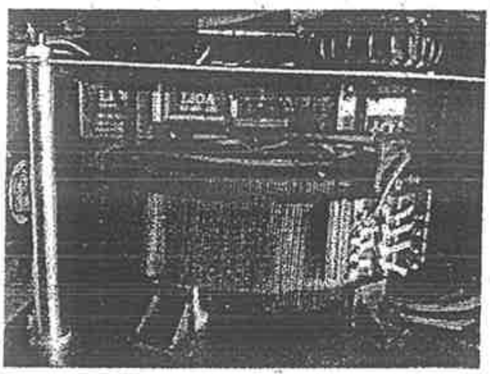
IC1	LM324, Quad, Op-Amp
IC2	7812, 12V Regulator IC
K1-4	24 V DC Relay
Q1-Q4	C1383
VR1-4	10K
C1	220 μF, 50 V
C2	470 μF, 50 V
C3	22 μF, 16 V
C4	100 μF, 25 V
R1	10 k
R2	1 k
R3-10	10 k
D1-4	1N4001, 1 A, Dicde
F	Fuse, 10 A, 250 V
5 W	ON/OFF Switch
N	Neutral
E	Earth
GND	Circuit GND Line

ပုံ (၁-၈) Automatic Voltage Regulator Circuit Diagram

၄။ Automatic Voltage Stabilizer

လျှပ်စစ်ပစ္စည်းကိရိယာတွင် သတ်မှတ်ထားသော Rated Voltage အတိုင်း ရရှိစေရန် AVS-Automatic Voltage Stabilizer များကို တပ်ဆင်အသုံးပြုကြသည်။ AVS တွင် Motor Driven Type Variable Transformer, Buck Boost Transformer, Servo Amplifier, DC Motor

တို့ပါဝင်သည်။ အချို့တွင် Buck Boost Transformer ကို အသုံးမပြုဘဲ Variable Transformer ၏ အထွက်ကို တိုက်ရိုက် Output အဖြစ် ထုတ်ပေးသည်။



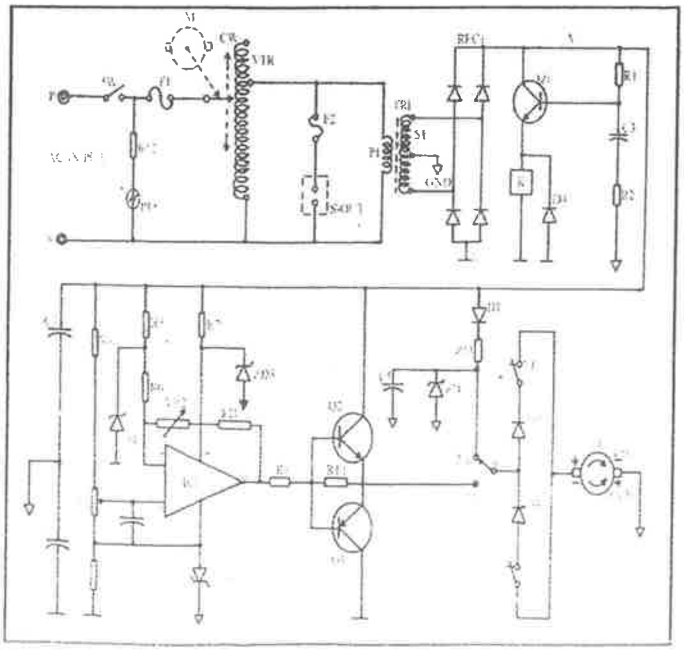
ပုံ (၁-၉) Voltage Stabilizer

လျှပ်စစ်ပတ်လမ်းရှိ Variable Transformer VTR ၏ Primary Winding တွင် 220V အငုတ်ထုတ်ထားပြီး On/Off ခလုတ်ခံကာ အဝင်ဗို့အား ပေးသွင်းထားသည်။ TR1 ၏ Secondary Winding S1 ၏ အထွက် 24V ကို REC1 ခံ၍ DC 12V ထုတ်ပေးပြီး Motor M, Relay K , နှင့် IC1 တို့ ပါဝင်သော Control Circuit ကို ပါဝါပေးထားသည်။ Rectifier REC1 မှ အထွက်ဗို့ကို R5, R6, ZD1 တို့အားဖြင့် IC1 ၏ -Input ငုတ် Pin 2 သို့ လိုအပ်သော အညွှန်းဗို့အား Reference Voltage ကို ပေးသွင်းထားသည်။ Rectifier REC1 မှ အထွက် ဗို့ကို R3, VR1, C4 တို့အားဖြင့် IC1 ၏ +Input ငုတ် Pin 3 သို့ လိုအပ်သော အဝင်ဗို့အား Input Voltage ကိုပေးသွင်းထားသည်။

Output Voltage သည် သတ်မှတ်ဗို့အားထက် လျော့နည်းပါက Operational Amplifier IC1-Pin 6 သည် Low Voltage Level သို့ရောက်ကာ Transistor Q3 Conduct ဖြစ်၍ 12 V DC Motor အား Counter Clock Wise သို့လည်စေပြီး Output Voltage သည် သတ်မှတ်ဗို့အားထက်ပိုလာပါက IC1-Pin 6 သည် High Voltage Level သို့ရောက်ကာ Transistor Q2 Conduct ဖြစ်၍ 12V DC Motor အား Clock Wise သို့လည်စေသည်။ 12V DC Motor M သည် CW လည်သောအခါ Carbon Brush ကို VTR တွင် Turn များသောဘက်သို့ ရွှေ့စေပြီး အထွက်ဗို့အားကို လျော့ကျစေသည်။ Motor M သည် CCW လည်သောအခါ Carbon Brush ကို VTR တွင် Turn နည်းသောဘက်သို့ ရွှေ့စေပြီး အထွက်ဗို့အားကို မြင့်တက်စေသည်။ IC1 ၏ Noninverting input Pin 3 ၏အဝင်ဗို့အားကို VR1 ဖြင့်ချိန်ညှိ ပေးသွင်းခြင်းဖြင့် Operational Amplifier IC1 ၏လုပ်ဆောင်ချက်ကို တိကျစေပြီး AVS Output Voltage ကို ±1% အတွင်း၌ သာရှိနေစေရန် Design ပြုလုပ်ထားသည်။

AVS များရှိ 12 , 24 V DC Motor နှင့် Variable Transformer ၏ Carbon Brush များမှာ အသုံးများသည်နှင့်အမျှ တိုလာပြီး မထိတထိဖြစ်ကာ ချို့ယွင်းပျက်စီးနိုင်ပါသည်။ အခြားအားနည်းချက်မှာ မီးအားမြင့်ထားစဉ် လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ပြတ်တောက်ပါက Variable Transformer ၏ အထွက်သည် High Output ၌ ရပ်နေပြီး ထိုစဉ် ဓာတ်အားအပြည့် ပြန်လည်ဝင်ရောက်လာသော အခိုက်အတန့်တွင် အထွက်ဗို့အားများ မြင့်တက်၍ အသုံးပြုထားသော လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများ ချို့ယွင်းပျက်စီးနိုင်ပါသည်။ ထိုသို့ မဖြစ်ပွားစေရန် AVS များတွင် Capacitor Discharge Function ကို တပ်ဆင်ထားပြီး ဤပတ်လမ်းတွင် လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ရရှိနေချိန်၌ D1, R11, ZD4 တို့အားဖြင့် Capacitor C5 ကို Charge အပြည့်ရှိနေစေသည်။ လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ပြတ်တောက်သည်နှင့် Relay K ကျ၍ C5 မှ Discharge ဖြစ်ကာ Diode D2 နှင့် UL ကိုဖြတ်၍ DC မော်တာကို CW လည်စေသဖြင့် Carbon Brush Assembly ကို Normal Voltage Position သို့ ပြန်လည်ရောက်ရှိနေစေသည်။

လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ပြန်လည်ရရှိသောအခါ R1, C3, R2 အတွဲမှ စက္ကန့်အနည်းငယ် Delay Time ဖြစ်စေ၍ ထရန်စစ္စတာ Q1 ကို ဖွင့်ပေးပြီး Relay K ကိုဆွဲစေကာ DC Motor ကို ပုံမှန်လုပ်ဆောင်စေသည်။ အတင်အချပြုလုပ်စဉ် Carbon Brush Assembly ၏ Position ကို သတ်မှတ်နေရာထက် မကျော်လွန်စေရန် UL / LL, Upper/Lower Limit Switch များ တပ်ဆင်ထိန်းချုပ်ထားသည်။ အိမ်သုံး AVS များကို လျှပ်စစ်စွမ်းအား 500 W မှ 10 kVA အထိနှင့် Output Voltage ကို အချိန် 1.5~2.5S အတွင်း ±1% သာ ရှိနေစေရန် ပုံစံထုတ်လုပ်သုံးစွဲကြသည်။ သို့ဖြစ်၍ AVS ၏ အထွက်ဗို့အားသည် 227~233V အတွင်း၌သာရှိပြီး တည်ငြိမ်သော ဗို့အားကို ရရှိစေသည်။

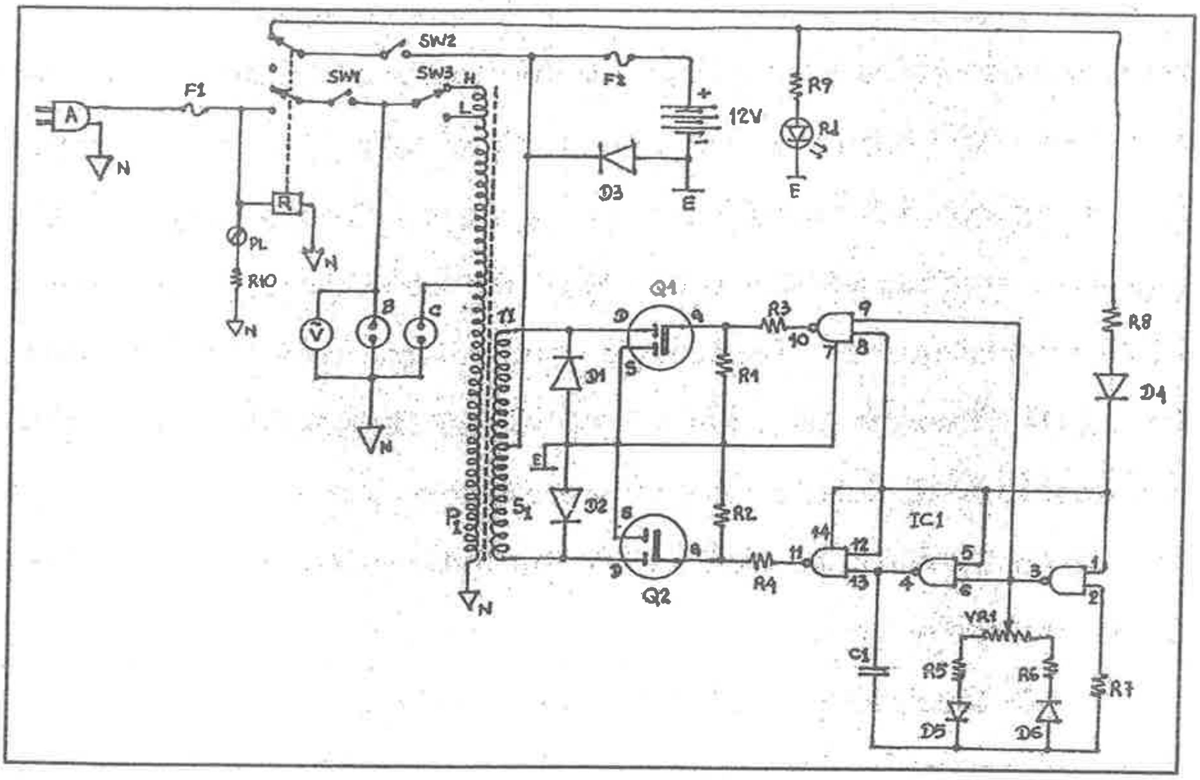


Components,

R1,R2	4.7K	C1,C2	220uF, 25V
R3	8,2K	C3	10uF, 35V
R4	120	C4	1uF, 50V
R5,R6	3.3K	C5	4700uF, 16V
R7	200	Q1	C1815
R8	150K	Q2	C1384
R9	1K	K	24V DC Relay
R10	4.7K	CW	Clock Wise
R11	470	CCW	Counter Clock Wise
VR1	5K	UL	Upper Limit Switch
VR2	500K	LL	Lower Limit Switch

ပုံ (၁-၁၀) Automatic Voltage Stabilizer Circuit Diagram

Inverter / Charger



ပုံ (၁-၁၁) Inverter / Charger Circuit diagram

A	3 Pin Plug	PL	AC Pilot Lamp
N	Neutral	Rd	Inv-on LED
F1	AC fuse 3A	Q1,Q2	FET (IRF540N)x3x2
F2	DC fuse 20A	D1,D2	20A Diode
R	AC 230V Relay	D4	1N4001 (1A diode)
SW1	Charger on/off	IC1	TC4011BP
SW2	Inverter on/off	VR1	0~20K
SW3	V selector Low/High	C1	0.15 uF (154) S
V	AC v meter 0~300V	R1,R2	1K
B	AC 220V Socket outlet	R3,R4	470
C	AC 110V Socket outlet	R5,R6	39K
T1	500W Transformer	R7	1M
P1	23G (H-440T,L-400T)	R8	220
S1	16G (22T,22T)	R9	2.2K
E	(-) Common	R10	180K
H	220V	G	Gate
L	200V	D	Drain
		S	Source

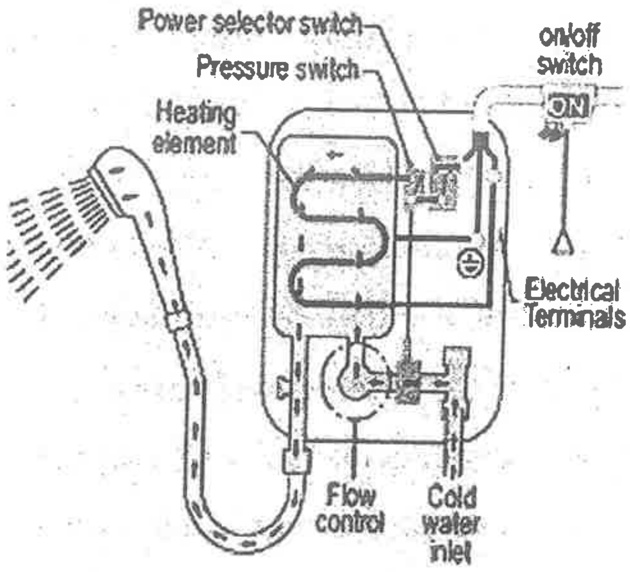
Inverter သည် အေစီလျှပ်စီးကို ဒီစီသို့ပြောင်းပြီး ဘက်ထရီအားသွင်းထားကာ ဓာတ်အား ပြတ်တောက်ချိန်၌ ဒီစီ ၁၂ ဗို့မှ အေစီ ၂၂၀ ဗို့သို့ ပြန်ပြောင်း၍ လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများကို ဓာတ်အား ပေးနိုင်သော ကိရိယာဖြစ်သည်။ Inverter တွင် Square Wave Oscillator လှိုင်းထုတ်ပတ်လမ်း၊ Amplifier/Driver လှိုင်းချဲ့မောင်းနှင်ပတ်လမ်း၊ Transformer လျှပ်တာပြောင်း၊ Battery, AC Outlet နှင့် Interlocking Circuit တို့ပါဝင်သည်။

ဓာတ်အားရောက်ရှိနေစဉ် AC Relay R ဆွဲနေသဖြင့် SW1 ဖြင့် Charger on ထားပါက ထရန်စဖေါ်မာ၏ S1 ကွိုင်မှထွက်သော ဗို့အားကို D1,D2 မှ ဒီစီသို့ပြောင်းပေးပြီး F2 ကိုဖြတ်၍ ဘက်ထရီသို့ ဓာတ်အားသွင်းပါသည်။ အားသွင်းစဉ် SW3 ခလုတ်ကို H ၌ ထားပါက ပုံမှန် အားသွင်းခြင်းဖြစ်ပြီး L ၌ထားပါက Quick Charge အမြန်အားသွင်းခြင်းဖြစ်သည်။ ဘက်ထရီတွင် အပေါင်းနှင့်အနှုတ် မှားတပ်မိပါက လျှပ်စီးသည် D3 ကို ဖြတ်စီးကာ F2 ကို ဖြတ်တောက်ပေးခြင်း ဖြင့် ဘက်ထရီနှင့် အခြားပတ်လမ်းများ ပျက်စီးခြင်းမှ ကာကွယ်ပေးသည်။ ဓာတ်အားရရှိစဉ်၌ B, C Socket တို့တွင် အဝင်လျှပ်စစ်ဗို့အားအတိုင်း ရောက်ရှိသုံးစွဲနိုင်ပါသည်။

လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ပြတ်တောက်သောအခါ Relay R မဆွဲတော့သဖြင့် ယင်း၏ NC Contact နှင့် SW2 ခလုတ်ဖြင့် Inverter On ထားပါက IC1 ၏လှိုင်းထုတ်ပတ်လမ်းသို့ ဘက်ထရီမှ ဒီစီ ၁၂ ဗို့ရောက်ရှိကာ IC1 ၏ No; 10 နှင့် 11 ငုတ်တို့မှ Frequency 50Hz ရှိသော Square Wave လျှပ်စစ်လှိုင်းထွက်လာပြီး Amplifier/Driver ပတ်လမ်းကို စတင်မောင်းနှင်သည်။ ၁၂ ဗို့ ဘက်ထရီမှ လျှပ်စီးကို FET Q1, Q2 တို့မှ ထရန်စဖေါ်မာကွိုင် S1 ကို ဖြတ်၍ တစ်လှည့်စီ ဆွဲယူသဖြင့် မူလကွိုင် P1 တွင် ၂၂၀ ဗို့ Square Wave AC ဓာတ်အား ထွက်ပေါ်လာပြီး Socket B မှ ထုတ်ယူသုံးစွဲနိုင်ပါသည်။ အေစီလှိုင်း၏ +Cycle နှင့် -Cycle တို့တွင် 50% Duty Cycle အချိန်အားဖြင့် 10 ms စီ အညီအမျှ ရရှိစေရန် 20 k-Ohm Variable Resistor VR1 ကိုချိန်ညှိပေးနိုင်သည်။ 50 Hz အတိအကျ ရရှိစေရန် VR1,R5,R6,C1 တို့ပါဝင်သော RC Couple မှ ဆုံးဖြတ်ပေးသည်။ C1 Charge စတင်ချိန်တွင် R5,D5,C1 အတွဲသည် IC1 ၏ Pin 11 အထွက်လှိုင်း +Cycle Periods ကိုလည်းကောင်း C1 Discharge စတင်ချိန်တွင် R6,D6,C1 အတွဲသည် IC1 ၏ Pin 10 အထွက်လှိုင်း -Cycle Periods ကိုလည်းကောင်း သတ်မှတ်ပေးသည်။ လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ပြန်လည်ရရှိသောအခါ Relay R ဆွဲ၍ NC Contact ပွင့်ပြီး IC1 သို့ ပေးထား သော ဒီစီ ၁၂ ဗို့ကို ဖြတ်တောက်ပေးခြင်းဖြင့် Inverter ကို ပိတ်စေသည်။

၅။ Instant Water Heater

ပုံ(၁-၁၂) Instant Water Heater



ပုံ(၁-၁၃) Water Heater Block diagram

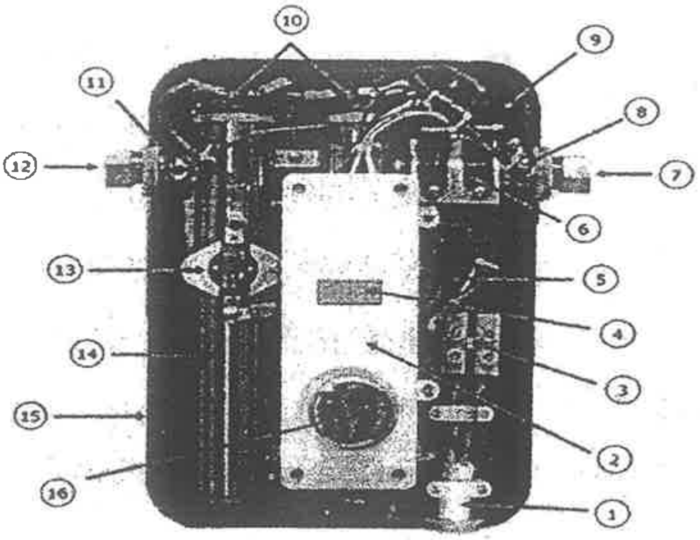
Instant Water Heater ကို Cold Water Inlet Connection, Hot Water Outlet Connection, ရေပူရေအေးအဝင်နှင့်အထွက်ပိုက်အဆက်များ၊ Stainless Steel Heat Exchanger ရေပူထုတ်ကိရိယာနှင့် ကြေးပိုက်များဖြင့် တည်ဆောက်ထားသည်။ လျှပ်စစ်ပတ်လမ်းတွင် Heating Elements အပူပေးကွိုင်များကို Triac နှစ်လုံးဖြင့် ထိန်းချုပ်ထားပြီး ၎င်း၏အပူချိန်ကို Thermostat နှစ်လုံးမှ အချက်အလက်ပေးပို့သည်။ Main Control Circuit Board သည် Temperature Control မှ ချိန်ညှိထားသည့် အပူချိန် ရရှိစေရန် Triac များကို အပိတ်/အဖွင့် ပြုလုပ်ပေးပြီး LED Temperature Display မှ အပူချိန်ကို ဖော်ပြနေမည်ဖြစ်သည်။

အကာအကွယ်အနေဖြင့် ရေအဝင်နှင့်အထွက် ပိုက်ခေါင်းများတွင် Thermostat များ တပ်ဆင်ထားပြီး ရေအပူချိန်မြင့်တက်မှု မရှိစေရန် ထိန်းချုပ်ထားသည်။ ရေပိုက်အတွင်း ရေစီးဆင်းမှု အသုံးရှိနေမှသာ အပူပေးကွိုင်များကို ဓာတ်အားပေးနိုင်ရန် Flow Sensor မှ ထိန်းချုပ်ပေးသည်။ ရေပိုက်အတွင်း ရေစီးဆင်းမှုမရှိလျှင် အပူပေးကွိုင်များကို ပိတ်ပေးထားမည်ဖြစ်သည်။ ရေပူရေအေးစက်များမှ လျှပ်စစ်အန္တရာယ် မဖြစ်ပွားစေရန် မြေစိုက်ကြိုး Earth Wire တပ်ဆင်အသုံးပြုရမည် ဖြစ်ပြီး လျှပ်စီးယိုစီးမှုမှ ကာကွယ်နိုင်ရန် 16~25A/0.03A RCD ကို တပ်ဆင်အသုံးပြုရမည် ဖြစ်သည်။

ECO 8 | ECO 11

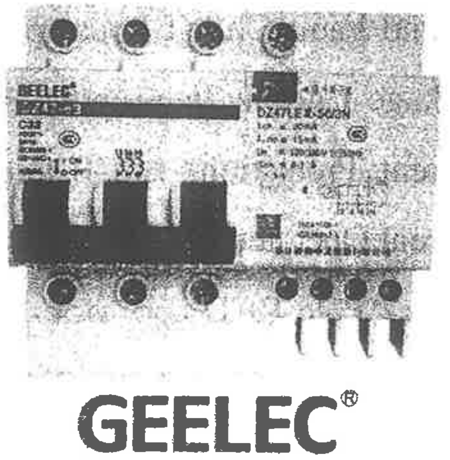
The only difference between the ECO 8 and the ECO 11 is that the ECO 8 has only (1) heating element and exchanger and the ECO 11 has (2) elements and exchanger.

Parts Description
1. Supplied Electrical Cable
2. Electronic Board
3. Terminal Block
4. LED Temperature Display
5. Thermostat
6. Triacs
7. Cold Water Inlet Connection
8. Inlet Thermistor
9. Flow Sensor
10. Copper Heating Elements
11. Outlet Thermistor
12. Hot Water Outlet Connection
13. Thermostat
14. Stainless Steel Heat Exchanger
15. Back Casing
16. Temperature Control Setting Knob



ပုံ(၁-၁၄) Water Heater ရှိ အစိတ်အပိုင်းများပြပုံ

RCD (Residual Current Device)



ပုံ (၁-၁၅) RCD (Residual Current Device)

RCD (Residual Current Device)သည် လျှပ်စစ်အသုံးအဆောင်ပစ္စည်း သို့မဟုတ် လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခုသို့ စီးဝင်သောလျှပ်စီးနှင့် ၎င်းမှ ပြန်စီးထွက်လာသော လျှပ်စီးနှစ်ခုကို နှိုင်းယှဉ်သောအခါ ကြွင်းကျန်သော လျှပ်စီး Residual Current ၏ ပမာဏအလျောက် လူနှင့်တိရစ္ဆာန်များ လျှပ်စစ်အန္တရာယ် ကျရောက်နိုင်မည့် အဆိုပါလျှပ်စီးပတ်လမ်းကို ဖြတ်တောက်ပေးနိုင်သော ကိရိယာဖြစ်သည်။ RCD များကို သတ်မှတ်ကြွင်းကျန်လျှပ်စီး 5mA ~ 500mA အတွင်းရှိ ပမာဏအလျောက် လျှပ်စီးပတ်လမ်းကို ဖြတ်တောက်ပေးနိုင်ရန် တည်ဆောက်ထားသည်။ RCD အမျိုးအစား ၃ မျိုးရှိပြီး Type AC သည် AC Sine Wave လျှပ်စီး အမျိုးအစားအတွက်လည်းကောင်း၊

Type A သည် AC Sine Wave, DC Pulse, DC Pulse with 6 mA Pure DC လျှပ်စီး အမျိုးအစားများ အတွက်လည်းကောင်း၊ Type B သည်AC Sine Wave, DC Pulse, DC Pulse with Pure DC, DC with AC Signal, DC with DC Signal လျှပ်စီးများအတွက် အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ 2 Pole RCD တွင် Lighting & Socket ပတ်လမ်းများ အတွက်လည်းကောင်း၊ 3 Ploe RCD ကို 3 Phase Balanced Load များအတွက်လည်းကောင်း၊ 4 Pole RCD ကို အဆောက်အဦနှင့် စက်ရုံ အလုပ်ရုံများ၌လည်းကောင်း အသုံးပြုကြပါသည်။

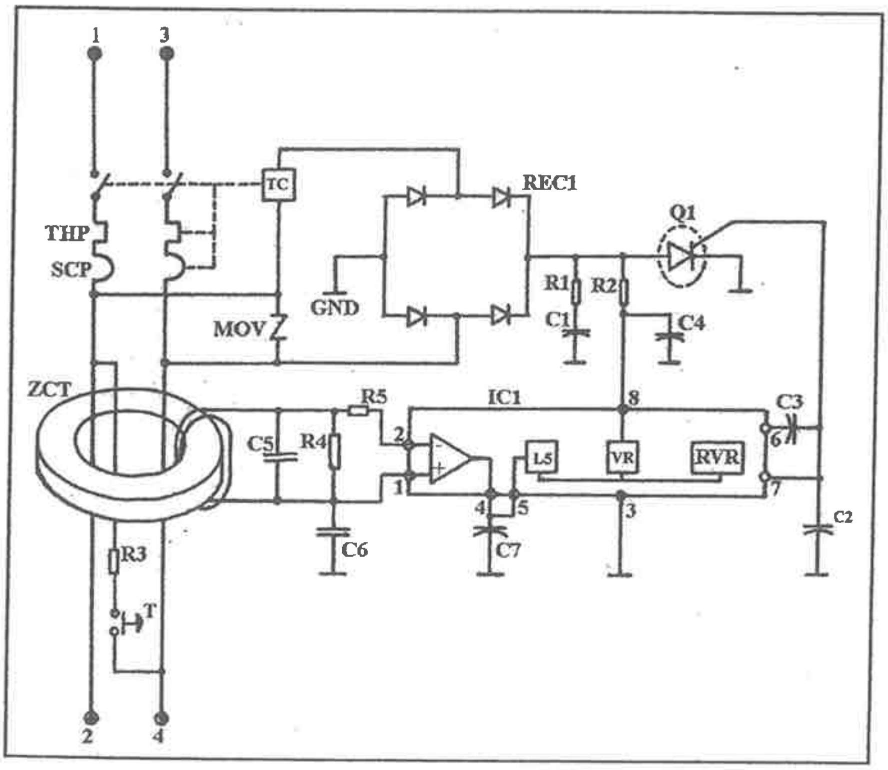
လူနှင့်တိရစ္ဆာန်များ၏ ခန္ဓာကိုယ်တွင် ၁ စက္ကန့်အတွင်း 30 mA ပမာဏရှိသောလျှပ်စီး ဖြတ်စီးပါက နှလုံးခုန်ရပ်၍ သေဆုံးနိုင်ပြီး အန္တရာယ်ရှိသောဗို့အားကို 40 V ဟု သတ်မှတ်ထားသည်။ အချို့နိုင်ငံများတွင် အန္တရာယ်ရှိသောဗို့အားကို 50 V ဟုသတ်မှတ်ကြသည်။ အန္တရာယ်ရှိသော လျှပ်စီး Leakage Current ပမာဏ 5 mA~30 mA ကို 300 ms အချိန်အတွင်း၌လည်းကောင်း၊ 30 mA ထက်များသော Leakage Current ပမာဏ ကို 25~40 ms အချိန်အတွင်း၌လည်းကောင်း ဖြတ်တောက်ပေးရန် လိုအပ်ပါသည်။ RCD ကဲ့သို့ လျှပ်စစ်အန္တရာယ် ကာကွယ်ပေးသော ပတ်လမ်းဖြတ်ကိရိယာများကို နိုင်ငံအလိုက် RCCB- Residual Current Circuit Breaker, GFCI- Ground Fault Circuit Interrupter, GFI- Ground Fault Interrupter, ALCI- Appliance Leakage Current Interrupter, RCBO- Residual Current Circuit Breaker with Over Current Protection, ELCB-Earth Leakage Circuit Breaker (Voltage Operated & Current Operated Type) ဟု အမျိုးမျိုးထုတ်လုပ်အသုံးပြုကြပါသည်။

2 Pole RCD တွင် အဝင်ငုတ် 1 - 3 နှင့် အထွက်ငုတ် 2 - 4 တို့ ပါရှိသည်။ အထွက်ငုတ် 2 - 4 တွင် Bridge Rectifier REC1 နှင့် Trip Coil TC ကို Series ဆက်၍ တပ်ဆင် ဆက်သွယ်ထားသည်။ REC1 မှထွက်သော DC ဗို့အားကို Earth Leakage Current Detector IC1 အလုပ်လုပ်နိုင်ရန် ပါဝါပေးထားသည်။ ကြွင်းကျန်သော လျှပ်စီး:Residual Current ကို ZCT Zero Sequence Current Transformer ဖြင့် အချက်အလက်ရယူပြီး IC1 ၏Pin 1 & 2 သို့ ပေးသွင်းထားသည်။ ZCT တွင် သတ်မှတ်ကြွင်းကျန်သောလျှပ်စီး:Residual CurrentI n= 30 mA ထက်ကျော်လွန်သည် နှင့် IC1 ၏ Pin 7 မှ SCR Q1 ကို Conduct ဖြစ်စေသည်။ ထိုအခါ REC1 တွင် High Current စီးသဖြင့် Trip Coil TC မှ သံလိုက်အားလမ်းထွက်ပေါ်ပြီး:Main Contact များကို ပွင့်စေ၍ လျှပ်စီးပတ်လမ်းကို ဖြတ်တောက်ပေးသည်။

RCD ပုံမှန်လုပ်ဆောင်ခြင်းရှိ/မရှိ စမ်းသပ်ရန် Test Button T ကို တပ်ဆင်ထားပြီး ယင်းခလုတ်ကို နှိပ်စဉ်တွင် 60 mA ခန့်ရှိသော လျှပ်စီးကို ZCT အတွင်း ဖြတ်စီးစေသဖြင့် Control Circuit အလုပ်လုပ်ကာ လျှပ်စီးပတ်လမ်းကို ဖြတ်တောက်ပေးသည်။ RCBO တွင် Residual

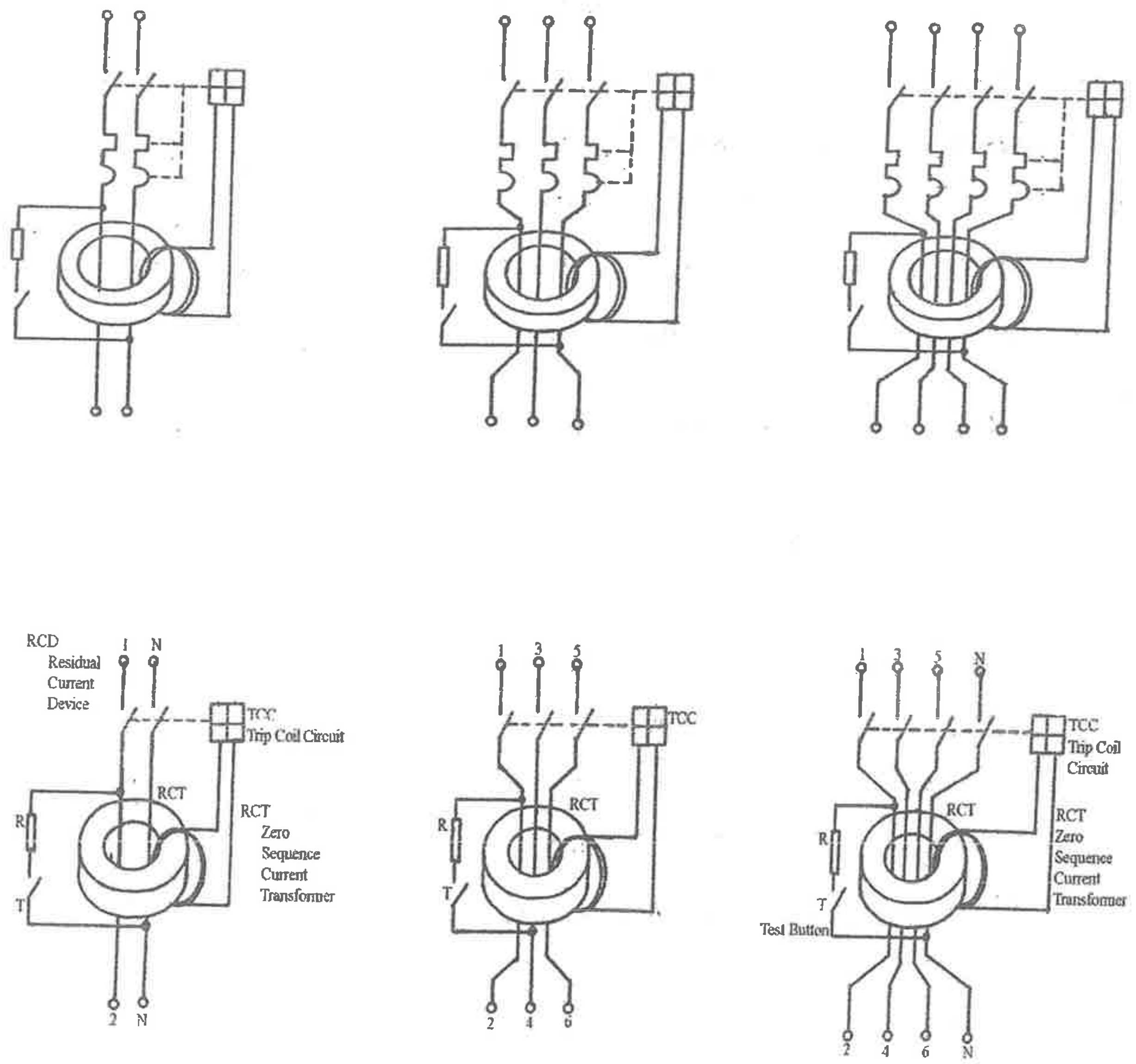
Current Detection Function အပြင် THP Thermal Over Current Protection နှင့် SCP Short Circuit Protection (Magnetic Instant Trip) များဖြင့် ပေါင်းစပ် တည်ဆောက် ထုတ်လုပ်အသုံးပြုကြပါသည်။အချို့နိုင်ငံများတွင် လျှပ်စီးပတ်လမ်းအားလုံးကို RCD တပ်ဆင် အသုံးပြုရမည်ဟု Rule and Regulation တွင် ထည့်သွင်းပြဋ္ဌာန်းထားကြသည်။ သို့ဖြစ်၍ လျှပ်စစ် **အသုံးအဆောင်ပစ္စည်းများအားလုံးကို လျှပ်စစ်အန္တရာယ် ကင်းရှင်းစွာ အသုံးပြုနိုင်ရေးအတွက် သင့်တော်သော အရွယ်အစားရှိသည့်** RCD များ **တပ်ဆင်အသုံးပြုရမည်ဖြစ်ပါသည်။**

RCB/RCBO, Residual Current Circuit Breaker with Over Current



R1	120
R2	120 k
R3	3.9 k
R4	1 k
R5	100
C1	33 nF
C2	47 nF
C3	47 nF
C4	2.2 uF
C5	22 nF
C6	47 nF
C7	47 nF

ပုံ (၁-၁၆) RCBO Residual Current Circuit Breaker with Over Current Circuit diagram



ပုံ (၁-၁၇) RCBO အလုပ်လုပ်ပုံ

အခန်း(၂)

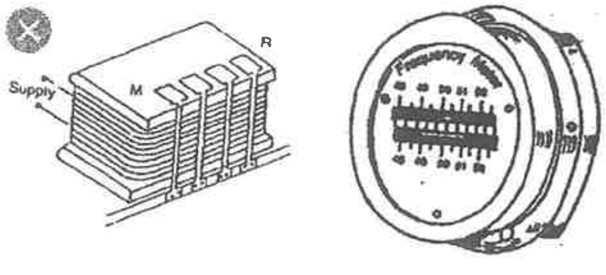
လျှပ်စစ်တိုင်းတာရေးကိရိယာများ

၁။ ကြိမ်နှုန်းတိုင်းမီတာ Frequency Meter

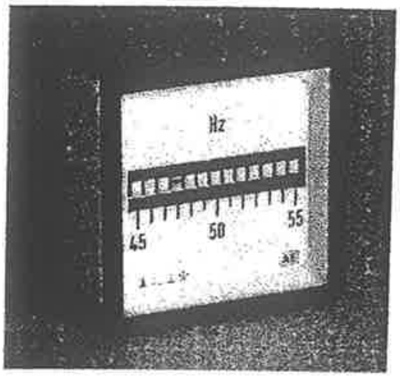
ကြိမ်နှုန်းတိုင်းမီတာတွင် Vibrating – Reed Frequency Meter, Electrodynamic Frequency Meter နှင့် Moving Iron Frequency Meter ဟူ၍ ရှိ၏။

Vibrating reed Frequency Meter

ဤမီတာသည် Laminated Armature တွင် Winding ရစ်ပတ်ထားပြီး တိုင်းတာလိုသော Supply နှင့် Resestance Series အပြီး ဗို့မီတာကဲ့သို့ တိုင်းတာရ၏။ Armature အနီးရှိ သံပြား ကလေးများ တုန်ခါမှုကို ကြည့်၍ Frequency မည်မျှရှိသည်ကို ဖတ်ယူနိုင်၏။



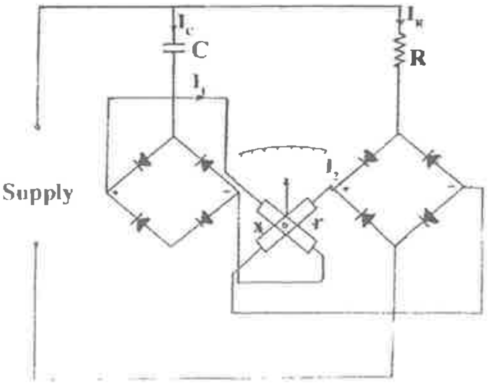
Vibrating Reed Frequency Meter.



ပုံ(၂-၁) Vibrating reed Frequency Meter

Electrodynamic Frequency Meter

ဤမီတာသည် Moving Coil မီတာ ကဲ့သို့ တည်ဆောက်ထားပြီး Coil တွင် X နှင့် Y ဟူ၍ Moving Coil နှစ်ခုကို တစ်ခု နှင့် တစ်ခု 90° ကျအောင် တည်ဆောက် ထားပြီး Permanent Magnet ကြားတွင် Pointer နှင့် လှုပ်ရှားဖော်ပြစေသည်။

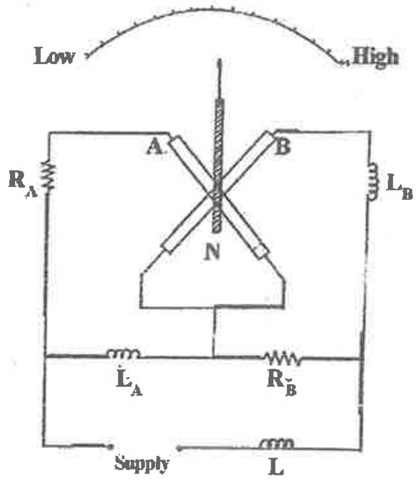


ပုံ(၂-၂) Electrodynamic Frequency Meter

Moving Iron Frequency Meter

ဤမီတာသည် Moving Iron မီတာ ဖြစ် ၍ Coil A နှင့် B ကို Fixed တပ်ဆင်ထားပြီး Coil A နှင့် B တွင် Resistance Circuit နှင့် Inductance Circuit ဟူ၍ ခွဲခြားထားသည်။ Coil A နှင့် B တွင် ဖြစ် ပေါ်သော Magnet အရ Pointer မှ Frequency ကို တိုင်းတာနိုင်သည်။

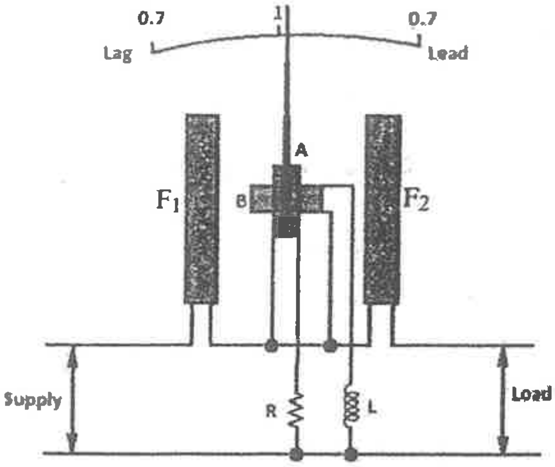
Supply Frequency များလျှင် Coil A တွင် Current ပိုစီးပြီးPointer သည် Coil A ၏ Maganetic Area နှင့် ပို၍ နီးကပ်စွာဖြင့် ညွှန်ပြ၏။ Frequency နည်းပါက Coil B သည် Current ပိုဆွဲပြီး Pointer ကို ပိုမိုဆွဲယူခြင်းဖြင့် Frequency ကို တိုင်းတာနိုင်၏။

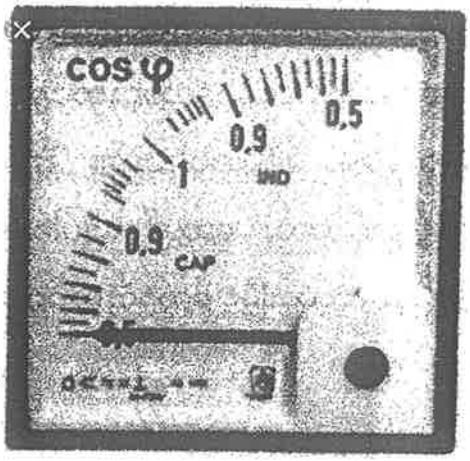


ပုံ(၂-၃) Moving Iron Frequency Meter

Power Factor Meter (စွမ်းအားကိန်းမီတာ)

ဤမီတာတွင်လည်း Moving Iron Power Factor Meter နှင့် Electrodynamic Power ဟူ၍ ရှိပါသည်။ Load Power Factor သည် Unity ဖြစ်ပါက I နှင့် V သည် Inphase ဖြစ်မည် I_1 သည် I နှင့် Inphase ဖြစ်ပြီး I_2 သည် 90° နောက်ကျပေမည်။ ထိုအခါ Coil CB တွင် Torque ဖြစ်ပေါ်ပြီး Fixed Coil F_1 နှင့် F_2 တို့၏ ဘုံသံလိုက်ဝင်ရိုးနှင့် ထောင့်မှန်ကျအောင် တည်ရှိပေမည်။ ထိုကဲ့သို့ လှုပ်ရှားမှုသည် Pointer ကို Unity p.f သို့ ညွှန်ပြစေ၏။ Coil A တွင် Torque မဖြစ်ပေါ်ပေ။ ထိုကဲ့သို့ပင် Power Factor Leading, Lagging အပေါ်မူတည်၍ Fixed Coil F_1 နှင့် F_2 တို့၏ Common Magnetic Axis နှင့် A , B Torque တို့၏ Reading တို့သည် Pointer ကို Lead, Lag ညွှန်ပြစေ၏။





ပုံ(၂-၄) စွမ်းအားကိန်းမီတာ တည်ဆောက်ပုံ

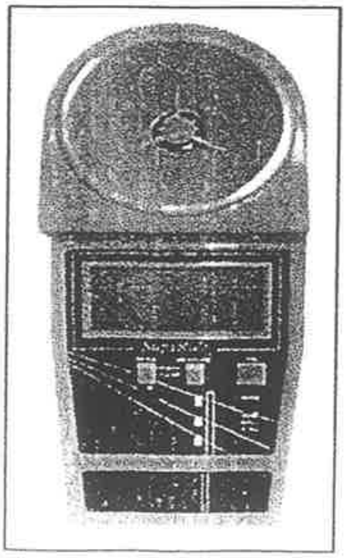
၂။ Cable Height Meter

ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းကြိုးများကို လူသွားလမ်း၊ ကားလမ်း၊ ရထားလမ်း၊ မြစ်၊ ချောင်း စသည့်တို့နှင့်အပြိုင် ယှဉ်လျက်လည်းကောင်း၊ ဖြတ်ကျော်လျက်လည်းကောင်း သွယ်တန်းထားပါသည်။ ၎င်းကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းကြိုးများအား မြေပြင်မှ အန္တရာယ်ကင်း အကွာအဝေးတွင် သွယ်တန်းရမည်ဖြစ်ရာ ယင်းသို့ သွယ်တန်းရာတွင်(မြေပြင်နှင့် ဓာတ်အားလိုင်းတို့၏ အကွာအဝေးကို သိရှိတိုင်းတာနိုင်ရန်အတွက် Cable Height Meter ကို အသုံးပြုကြပါသည်။)

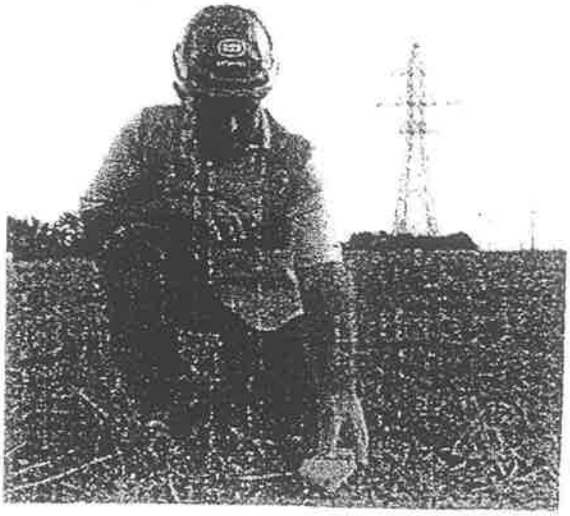
ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းကြိုးများ၏ မြေပြင်မှအမြင့်ကို တိုင်းတာနိုင်သော မီတာ အမျိုးအစား များစွာ ရှိပါသည်။ ၎င်းတို့မှာ-

- Laser နည်းပညာဖြင့် တိုင်းတာသောမီတာ
- Optical နည်းပညာဖြင့် တိုင်းတာသောမီတာ
- Ultrasonic နည်းပညာဖြင့် တိုင်းတာသော မီတာစသည့်ဖြင့် အမျိုးမျိုးရှိကြပါသည်။

ယခုဖော်ပြမည့် Cable Height Meter (CHM) သည် Ultrasonic နည်းပညာဖြင့် တိုင်းတာသော မီတာအကြောင်းဖြစ်ပါသည်။

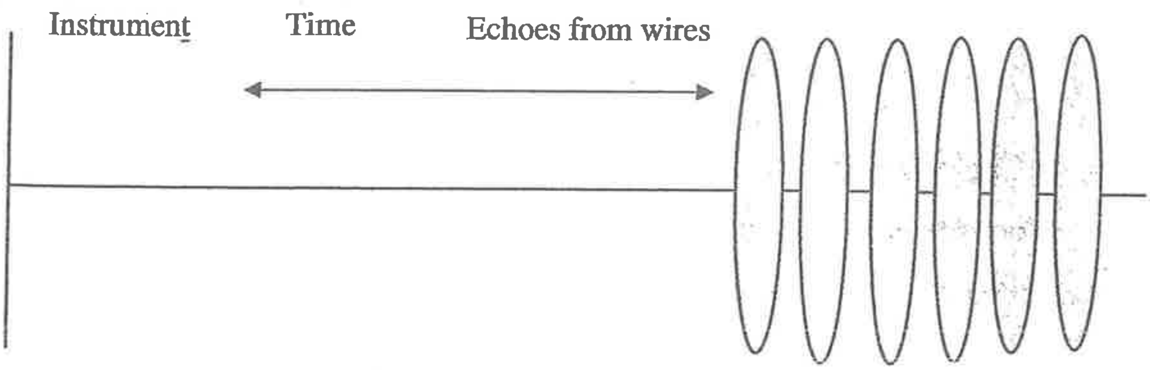


ပုံ(၂-၅) Cable Height Meter

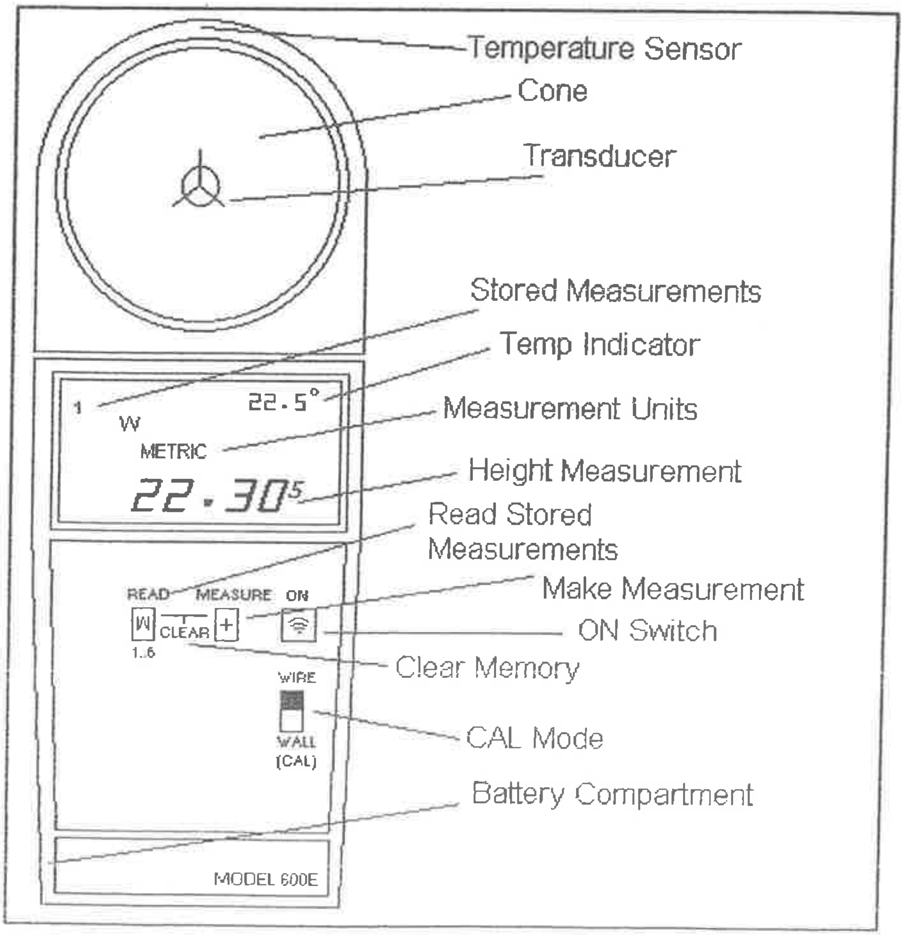


ပုံ(၂-၆) Cable Height Meter ဖြင့် တိုင်းတာနေပုံ

မီတာ၏ Cone ပုံသဏ္ဍာန်ရှိသောနေရာမှ Transducer သည် အသံလှိုင်းထုတ်လွှတ်ပေးပြီး ၎င်းအသံလှိုင်းသည် ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းကြိုးကို ထိကာ Transducer သို့ ပဲ့တင်သံအဖြစ် ပြန်လည်ရောက်ရှိလာပါသည်။ Transducer သည် အသံလှိုင်းထုတ်လွှတ်ခြင်းနှင့် လက်ခံခြင်းကို တပြိုင်နက်တည်း ဆောင်ရွက်ပါသည်။ CHM မီတာသည် အသံလှိုင်းထုတ်လွှတ်မှုနှင့် လက်ခံမှုကြာချိန်မှတ်သားပြီး ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းကြိုးနှင့် မီတာ၏အကွာအဝေးကို တွက်ချက်ဖော်ပြပေးပါသည်။



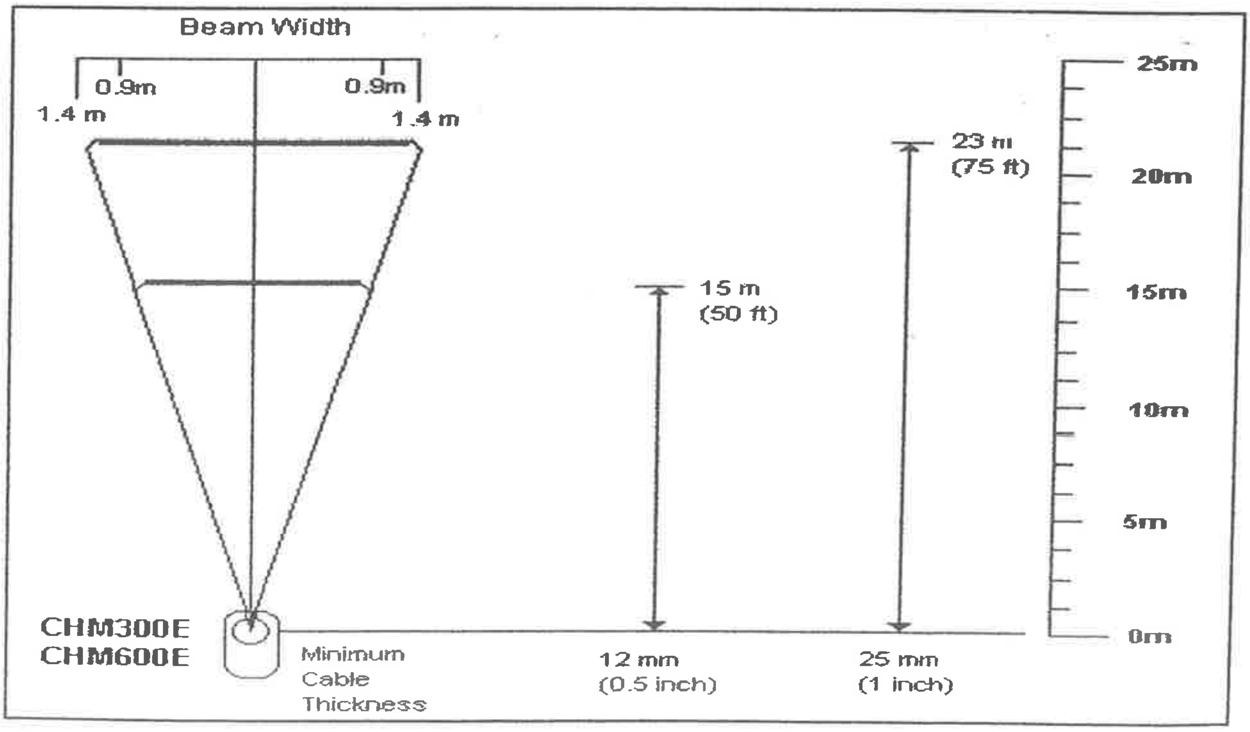
ပုံ(၂-၇) Cable Height Meter အလုပ်လုပ်ပုံ



ပုံ (၂-၈) Cable Height Meter တွင် ပါဝင်သော အစိတ်အပိုင်းများနှင့် ခလုတ်အညွှန်းများ

Cable Height Meter တိုင်းတာပုံအဆင့်ဆင့်

1. Select: M (metric) or I (imperial) at the back
(ကျောဘက်ရှိ M သို့မဟုတ် I ယူနစ်ကို ရွေးပါ။)
2. Set the CAL mode switch to the WIRE position.
(CAL mode အား WIRE သို့ ရွှေ့ပါ။)
3. Press the ON key to power.
(ပါဝါရရှိရန် ON ခလုတ်ကို နှိပ်ပါ။)
4. Stand directly underneath the conductors (s) to be measured.
(မီတာကို တိုင်းတာလိုသည့် conductor အောက်တွင် ထားပါ။)
5. Press the MEASURE Key to take measurement. Press the READ key to display each of the stored wire height differences (Stored Measurements).
(တိုင်းတာရန်အတွက် MEASURE ခလုတ်ကို နှိပ်ပါ။ တိုင်းတာထားသည့် ဝါယာကြိုး အမြင့်များကို သိရှိနိုင်ရန် READ ကို နှိပ်ပါ။)



ပုံ (၂-၉) တိုင်းတာမည့် Cable လုံးပတ်အရွယ်အစားနှင့် တိုင်းတာနိုင်သည့် အမြင့်အကွာအဝေးဆက်စပ်ပုံ

Cable height meter : CAL (Calibration) Mode

1. The CAL mode switch allows the user to periodically check the unit, to ensure that it is still operating within specification.

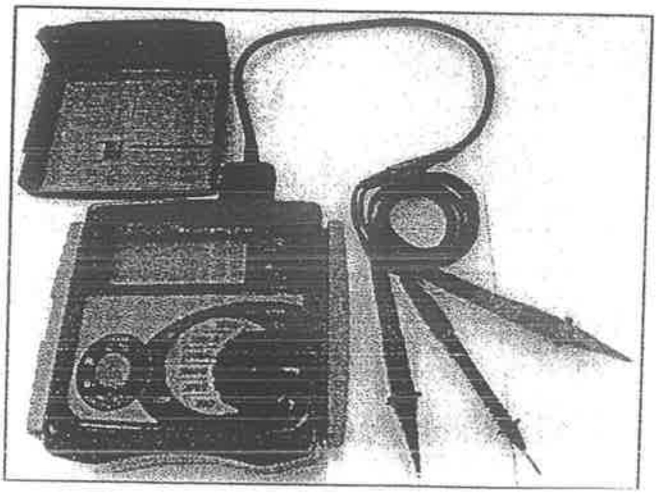
(CAL mode သည် အသုံးပြုသူများအနေဖြင့် မီတာသည် သတ်မှတ်ထားသည့် specification အတွင်း ပုံမှန်အလုပ်လုပ်နေမှု ရှိ/မရှိ အခါအားလျော်စွာ စစ်ဆေးနိုင်ရန် ဖြစ်သည်။)

2. For cable height measurement, this switch should be in the WIRE position.
(Cable အမြင့်တိုင်းတာရန်အတွက် CAL ခလုတ်အား WIRE နေရာတွင် ထားရမည်။)

3. When the switch is put to the WALL (CAL) position horizontal measurements to large objects, e.g. walls, can be taken.
(ခလုတ်ကို WALL (CAL) တွင် ထားပါက ရေပြင်ညီအကွာအဝေးကို တိုင်းတာနိုင်သည်။ (ဥပမာ - နံရံအကွာအဝေး))

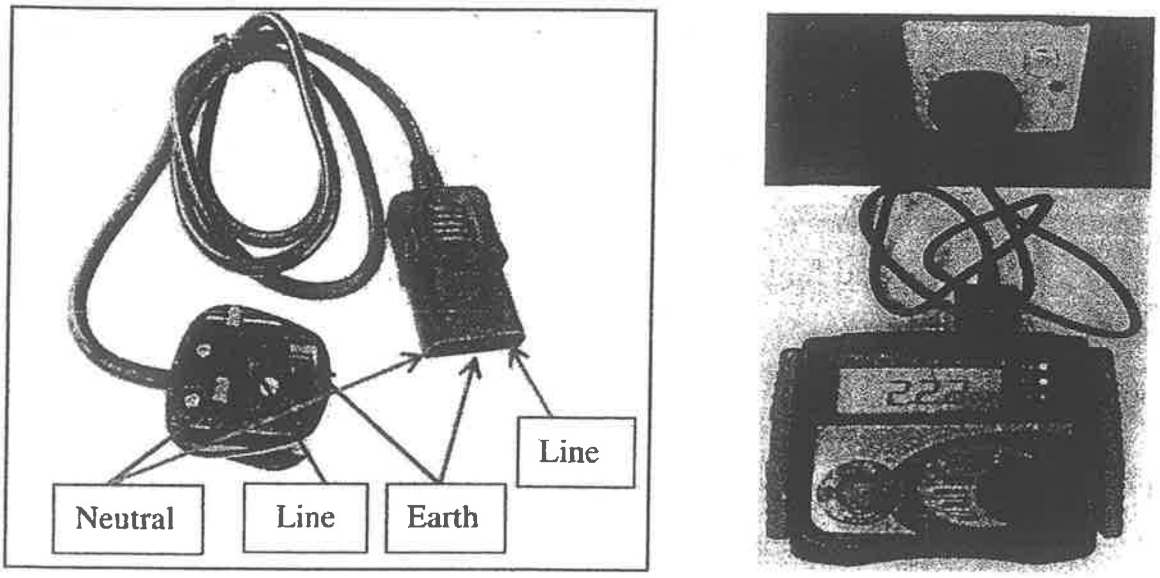
4. When the unit is first used, a horizontal reading to an object, e.g. wall, from a fixed position should be taken. The reading should be recorded, together with the date. Whenever the unit is to be checked for accuracy, a reading should be taken from the same point, noting the result and date. If the reading is outside of specification, the unit should be returned to Suparule.
(မီတာအား ပထမဆုံးအကြိမ် အသုံးပြုချိန်တွင် ရေပြင်ညီအကွာအဝေးကို တိုင်းတာနိုင်သည်။ တိုင်းတာထားသည့် အကွာအဝေးများကို ရက်စွဲနှင့်တကွ Record လုပ်ထားရမည်။ မီတာ၏ အတိုင်းအတာတိကျမှုကို စစ်ဆေးလိုပါက တူညီသည့်အမှတ်မှ တိုင်းတာပြီး အချိန်နှင့်တကွ မှတ်သားထားရမည်။ တိုင်းတာထားသည့် Reading သည် Specification နှင့်မကိုက်ညီပါ က မီတာအား ထုတ်လုပ်သူ/ရောင်းချသူထံသို့ ပြန်လည်ပေးပို့သင့်သည်။)

လျှပ်စီးဟန့်တားမှုနှင့် အပြစ်ကျလျှပ်စီးတိုင်းတာသည့် မီတာ

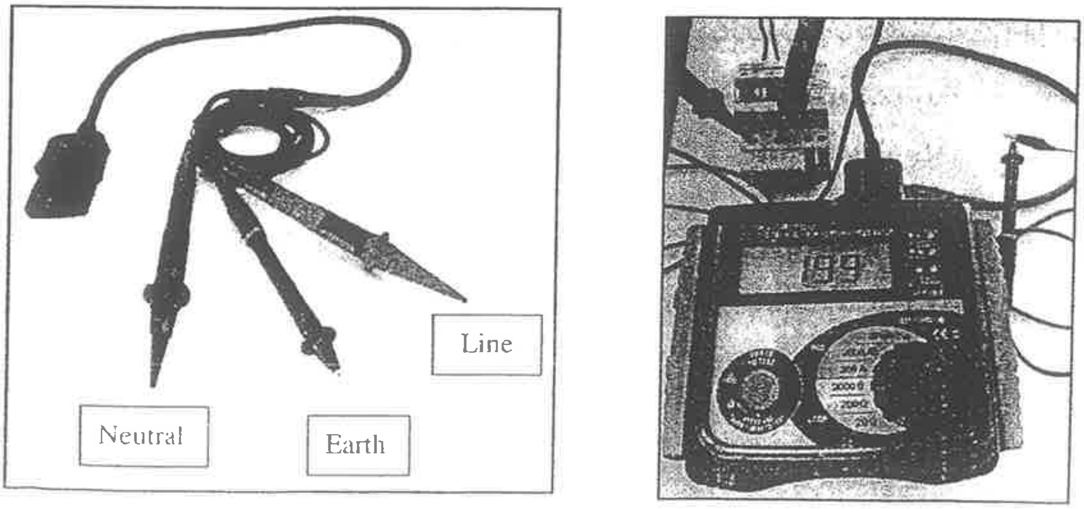


ပုံ (၂-၁၀) Loop Tester

Digital PSC Loop Tester ဖြင့် လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခု၏မို့အား၊ လျှပ်စီးဟန့်တားမှုနှင့် ယင်းပတ်လမ်းတွင် Short Circuit အပြစ်ဖြစ်ချိန်တွင် စီးမည့် မျှော်မှန်းလျှပ်စီးတို့ကို တိုင်းတာနိုင်ပါသည်။ လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခု၏ ပတ်လမ်းပြည့် လျှပ်စီးဟန့်တားမှု (Loop impedance) တန်ဖိုးကို တိုင်းတာခြင်းဖြင့် ယင်းပတ်လမ်း၌ မြေစိုက်အပြစ် (Earth fault) ဖြစ်ပွားချိန်တွင် လျှပ်စီးပတ်လမ်းဖြတ်ကိရိယာများမှ သတ်မှတ်ချိန်အတွင်း ဖြတ်တောက်ပေးနိုင်ခြင်း ရှိ/မရှိ ကို တွက်ချက်ဆုံးဖြတ်နိုင်ပါသည်။ မျှော်မှန်းပတ်လမ်းတိုလျှပ်စီး (Prospective fault current) ကို တိုင်းတာခြင်းဖြင့် တပ်ဆင်ထားသော ပတ်လမ်းဖြတ်ကိရိယာ (Circuit Breaker) ၏ အများဆုံးပတ်လမ်းတိုအပြစ်ကျလျှပ်စီး (Maximum prospective fault current) ဖော်ပြချက်နှင့် သင့်တော်ကိုက်ညီမှု ရှိ/မရှိ တို့ကို ဆုံးဖြတ်ပေးနိုင်ပါသည်။



ပုံ (၂-၁၁) 3 Pin Socket တိုင်းတာရာတွင် Loop Tester နှင့် တွဲဖက်အသုံးပြုသည့် စမ်းသပ်ကိရိယာ



ပုံ (၂-၁၂) Distribution Panel/Board များရှိ Breaker များ တိုင်းတာရာတွင် Loop Tester နှင့် တွဲဖက်အသုံးပြုသည့် စမ်းသပ်တံ

Loop impedance တိုင်းတာပုံ

၁။ Digital PSC Loop Tester မီတာတွင် 200 Ω သို့မဟုတ် 2000 Ω range ၌ချိန်ပါ။

၂။ စမ်းသပ်တံများကို တပ်ဆင်ဆက်သွယ်ပါ။

၃။ Phase, Neutral, Earth စမ်းသပ်တံများကို မှန်ကန်စွာ ဆက်သွယ်ပါ။

၄။ P-E (Phase-Earth) နှင့် P-N (Phase-Neutral) အချက်ပြမီးစိမ်းနှစ်လုံး လင်းနေပြီး စမ်းသပ်ပတ်လမ်း၏ ဗို့အားကို ပြသနေမည်။

သတိပြုရန်။ ။(Reverse P-N) Phase-Neutral မှားယွင်းဆက်သွယ်ထားမိလျှင် မီးစိမ်းပျောက်၍ မီးနီလင်းနေပြီး ထိုအချိန်တွင် P-N မှန်ကန်စွာ ပြောင်းလဲဆက်သွယ်စမ်းသပ်ရမည်။ ယင်းမီးအနီလင်းစဉ် Press to test ကို နှိပ်၍ စမ်းသပ်မိပါ က မီတာချွတ်ယွင်းပျက်စီးသွားမည်ဖြစ်သည်။

၅။ စမ်းသပ်တန်ဖိုးအမှန်ရရှိစေရန် အနီးစပ်ဆုံး Range (20 Ω 200 Ω 2000 Ω) တစ်ခုသို့ ပြောင်း၍ တိုင်းတာရမည်။

မှတ်ချက်။ ။Neutral Earth လွတ်နေသော Power Transformer နှင့် Neutral Earth မရှိသော လျှပ်ထုတ်စက်မှ ဓာတ်အားတို့ဖြင့် Line-Earth loop impedance and fault current တိုင်းတာခြင်းမပြုရ။

Loop impedance တန်ဖိုးများ

(TT) မြေဓာတ်ချစနစ်အသုံးပြုထားပါက တိုင်းတာရရှိသော Loop impedance တန်ဖိုးတွင် ပါဝင်သော လျှပ်ဟန့်တားမှုတန်ဖိုးများမှာ-

၁။ မိမိတိုင်းတာသည့် လျှပ်စီးပတ်လမ်းကို ဓာတ်အားပေးထားသော Power Transformer ၏ HV/400-230V, Secondary Winding ၏လျှပ်ဟန့်တားမှုImpedance-

၂။ လျှပ်စစ်ပစ္စည်းတွင် ကိုယ်ထည်နှင့် မြေစိုက်အပြစ် (Fault) ဖြစ်သောနေရာမှ Power Transformer ၏ အထွက်ငုတ်ထိသွယ်တန်းထားသော လျှပ်ကူးဝါယာကြိုး၏ ခုခံမှု (Resistance)-

၃။ လျှပ်စစ်ပစ္စည်းတွင် ကိုယ်ထည်နှင့် မြေစိုက်အပြစ် (Fault) ဖြစ်သောနေရာမှ ဓာတ်အားသုံးစွဲသူ၏ မြေစိုက်ငုတ် Consumer Earth အထိ သွယ်တန်းထားသော ဝါယာကြိုး၏ ခုခံမှု (Resistance)-

၄။ ဓာတ်အားသုံးစွဲသူ၏ မြေစိုက်ကြိုးမြေဓာတ်ခုခံမှု (Consumer Earth Resistance - R)

၅။ ဓာတ်အားပေးသူ၏မြေစိုက်ကြိုးမြေဓာတ်ခုခံမှု (Supplier Earth Resistance of power Transformer – Ro)

(TN-C, TN-S) မြေစာတ်ချစနစ်အသုံးပြုထားပါ က တိုင်းတာရရှိသော Loop impedance တန်ဖိုးတွင် ပါဝင်သော လျှပ်ဟန့် တားမှုတန်ဖိုးများမှာ-

၁။ မိမိတိုင်းတာသည့် လျှပ်စီးပတ်လမ်းကို ဓာတ်အားပေးထားသော PowerTransformer ၏ 400-230V, Secondary Winding ၏လျှပ်ဟန့်တားမှု Impedance-

၂။ လျှပ်စစ်ပစ္စည်းတွင် ကိုယ်ထည်နှင့် မြေစိုက်အပြစ် (Fault) ဖြစ်သောနေရာမှ Power Transformer ၏ အထွက်ငုတ်ထိသွယ်တန်းထားသော လျှပ်ကူးဝါယာကြိုး၏ ခုခံမှု (Resistance)-

၃။ လျှပ်စစ်ပစ္စည်းတွင် ကိုယ်ထည်နှင့် မြေစိုက်အပြစ် (Fault) ဖြစ်သောနေရာမှ ဓာတ်အားပေးသူ၏ Power Transformer အထိ သွယ်တန်းထားသော ဝါယာကြိုး၏ ခုခံမှု (Resistance) တို့ ပါဝင်ကြသည်။

(TT) မြေဓာတ်ချစနစ်အတွက် အများဆုံးရှိရမည့် Loop impedance တန်ဖိုးများ-

လျှပ်စစ်ဥပဒေဆိုင်ရာ လုပ်ထုံးလုပ်နည်းများအပိုဒ် ၁၈၆(စ)(၃) အရအန္တရာယ်ပြုနိုင်သည့် ဗို့အားကန့်သတ်ချက်ကို 40 V ထား၍ တွက်ချက်လျှင်-

$Ra \leq {}^{40}/_{Ia}$

Ra = မြေဓာတ်ချထားသော သတ္တုကိုယ်ထည်မှ ဓာတ်အားသုံးစွဲသူ၏ မြေစိုက်ငုတ် Consumer Earth အထိ သွယ်တန်းထားသော ဝါယာကြိုး၏ ခုခံမှု (Resistance) နှင့် ဓာတ်အားသုံးစွဲသူ၏ မြေစိုက်ကြိုး မြေဓာတ်ခုခံမှု (Consumer Earth Resistance – R) တို့ ပေါင်းခြင်းတန်ဖိုး

40 = အန္တရာယ်ပြုနိုင်သည့် အများဆုံးထိတွေ့ဗို့အားကန့်သတ်ချက်

Ia = 5 Sec အတွင်း ဓာတ်အားဖြတ်တောက်ပေးနိုင်သည့် လျှပ်စီးပတ်လမ်းဖြတ်ကိရိယာ၏ သတ်မှတ်လျှပ်စီး (TT) မြေဓာတ်ချစနစ်အတွက် မြေစိုက်အပြစ် Earthfault ကာကွယ်ပြုကိရိယာအဖြစ် RCD,RCCB, RCBO တစ်မျိုးမျိုးကို အသုံးပြုရမည်ဖြစ်ပြီး Ia သည် အဆိုပါကိရိယာ၏ သတ်မှတ်ယိုစီးလျှပ်စီး (Rated residual operating current) IΔn ဖြစ်သည်။ လျှပ်စီးယိုစီးမှုကာကွယ်ပြုကိရိယာတပ်ဆင်အသုံးပြုထားသော (TT) မြေဓာတ်ချစနစ်အတွက် Ra ၏ အများဆုံးတန်ဖိုးကို အောက်ပါဇယား၌ ဖော်ပြထားသည်-

IΔn	10	30	100	300	500	1000	mA	Country
Ra (at 50V)	5000	1667	500	167	100	50	Ω	Other
Ra (at 40V)	4000	1333	400	133	80	40	Ω	Myanmar
Ra (at 25V)	2500	833	250	83	50	25	Ω	Other

ဇယား(၂-၁) (TT) မြေစိုက်ချ စနစ်အတွက် Ra ၏ အများဆုံးတန်ဖိုးပြဇယား

(TN) မြေစိုက်ချစနစ်အတွက် အများဆုံးရှိရမည့် Loop impedance တန်ဖိုးများ-

Zs = ပတ်လမ်းပြည့်လျှပ်စီးဟုန့်တားမှု Loop impedance တန်ဖိုး

Uo = Norminal Voltage between Phase –Earth ဗို့အား

Ia = အောက်ဇယားပါအချိန်အတိုင်း ဓာတ်အားဖြတ်တောက်ပေးနိုင်သည့်လျှပ်စီး ပတ်လမ်းဖြတ်ကိရိယာ၏ သတ်မှတ်လျှပ်စီး

Uo (Volt)	T (Second)	
120	0.8	
230	0.4	$Zs \leq {}^{Uo}/_{Ia}$
400	0.2	
>400	0.1	

ဇယား(၂-၂) (TN) မြေစိုက်ချစနစ်အတွက် အများဆုံးရှိရမည့် Loop impedance တန်ဖိုးပြဇယား

(TN)မြေစိုက်ချစနစ်အတွက် မြေစိုက်အပြစ် Earth fault နှင့် လျှပ်စီးလွန်ကာကွယ်ပြု ကိရိယာအဖြစ် Gg Fuse or Circuit breaker တစ်မျိုးမျိုးကို အသုံးပြုရမည်ဖြစ်ပြီး Ia သည် အဆိုပါကိရိယာ၏ Trip Curve နှင့် ကိုက်ညီသော လျှပ်စီးဖြစ်သည်။ Nominal Voltage Uo = 230V ဖြစ်ပြီး လျှပ်စီးလွန်ကာကွယ်ပြု ကိရိယာအဖြစ် gG Fuse တပ်ဆင်အသုံးပြုထားသော (TN) မြေစိုက်ချစနစ်အတွက် Zs ၏အများဆုံးတန်ဖိုးကို အောက်ပါဇယား၌ဖော်ပြထားသည်-

Protection by gG fuses with Uo of 230V				
Rating (A)	Disconnecting Time 5 Sec		Disconnecting Time 0.4 Sec	
	Ia (A)	Zs (Ω)	Ia (A)	Zs (Ω)
6	17	13.5	38	8.52
10	31	7.42	45	5.11
16	55	4.18	85	2.7
20	79	2.91	130	1.77
25	100	2.3	160	1.44
32	125	1.84	221	1.04
40	170	1.35	320	0.72

ဇယား(၂-၃) gG Fuse တပ်ဆင်အသုံးပြုထားသော (TN) မြေစိတ်ချစနစ်အတွက် Zs ၏ အများဆုံးတန်ဖိုးပြဇယား

Nominal Voltage Uo = 230V ဖြစ်ပြီး လျှပ်စီးလွန်ကာကွယ်ပြုကိရိယာအဖြစ် MCBs တပ်ဆင်အသုံးပြုထားသော (TN) မြေစိတ်ချစနစ်အတွက် Zs ၏ အများဆုံးတန်ဖိုးကို အောက်ပါဇယား၌ ဖော်ပြထားသည်။

Protection by MCBs with Uo of 230V					
Characteristic of MCBs					
B		C		D	
Ia (A)	Zs (Ω)	Ia (A)	Zs (Ω)	Ia (A)	Zs (Ω)
30	7.67	60	3.83	120	1.92
50	4.6	100	2.3	200	1.15
80	2.78	160	1.44	320	0.72
100	2.3	200	1.15	400	0.57
125	1.84	250	0.92	500	0.46
160	1.44	320	0.72	640	0.36
200	1.15	400	0.57	800	0.29
250	0.92	500	0.46	1000	0.23
315	0.73	630	0.36	1260	0.18

ဇယား(၂-၄) MCBs တပ်ဆင်အသုံးပြုထားသော (TN) မြေစိတ်ချစနစ်အတွက် Zs ၏ အများဆုံးတန်ဖိုးပြဇယား

Line Impedance နှင့် PSC- Prospective Short Circuit Current တိုင်းတာခြင်း

၁။ PSC-Prospective Short Circuit Current တိုင်းတာရန် Selector switch ကို 20 kA Range သို့ ရွေ့ပါ။

၂။ စမ်းသပ်တံများကို တပ်ဆင်၍ အနီရောင် Prob ကို Phase အနက်ရောင်နှင့် အစိမ်းရောင် Prob နှစ်ခုကို Neutral ၌ အတူပေါင်း၍ တပ်ဆင်ပါ။

၃။ P-E, P-N မီးစိမ်းများ လင်းနေရမည်။ မီးနီလင်းနေပါက Press to Test ကို မနှိပ်ရ။

၄။ အချက်ပြမီးစိမ်းပြသမှု မှန်ကန်လျှင် Press to Test ခလုတ်ကို နှိပ်၍ စမ်းသပ်ပါ။

၅။ မီတာမှပြသသည့်တန်ဖိုးနှင့် နီးစပ်ကိုက်ညီသော Range သို့ ရွှေ့ပြောင်းတိုင်းတာပြီး တန်ဖိုး ကို မှတ်သားပါ။

၆။ လျှပ်စီးပတ်လမ်းဖြတ်ကိရိယာတွင် ဖော်ပြထားသော (Ics) အမြင့်ဆုံး ဖြတ်တောက်နိုင်သည့် လျှပ်စီးတန်ဖိုးသည် PSC Test မှ ရရှိသော Ampere တန်းဖိုးထက် မနည်းစေရ။

Winding Resistance Tester

Description (ဖော်ပြချက်)

၁။ သံလိုက်သတ္တိရှိသောကွိုင်များ၏ DC ခုခံမှုကိုတိုင်းတာနိုင်ပါသည်။

ဥပမာ - ထရန်စဖော်မာကွိုင်များ၊ မော်တာကွိုင်များ၊ လျှပ်ထုတ်စက်ကွိုင်များစသည်ဖြင့်။

၂။ ခုခံမှုနိမ့်သောအဆက်များ၊ ထိချက်များကိုတိုင်းတာနိုင်ပါသည်။

Application (အသုံးချခြင်း)

၁။ ပစ္စည်းထုတ်လုပ်သောစက်ရုံ၏ ရလဒ်ကိုသက်သေပြရန်လည်းကောင်း၊

၂။ ပုံမှန်ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းမှုအစီအစဉ်၏ အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုအဖြစ်လည်းကောင်း၊

၃။ လျော့ရဲနေသောအဆက်ပါရှိနေမှုကိုရှာဖွေရန်လည်းကောင်း

၄။ ဗို့အားချိန်ညှိခလုတ်များ၏ ထိချက်နှင့်လုပ်ဆောင်ချက် မှန်/မမှန်ကိုစစ်ဆေးရာတွင် လည်းကောင်း၊

၅။ ထရန်စဖော်မာကွိုင်၏ ခုခံမှုတိုင်းတာရာတွင် လည်းကောင်းအသုံးပြုပါသည်။

Purpose (ရည်ရွယ်ချက်)

အောက်ဖော်ပြပါ ရည်ရွယ်ချက်များသည် ထရန်စဖော်မာများ၏ ကွိုင်ခုခံမှုတိုင်းတာခြင်းတွင် အဓိကအရေးကြီးသောအချက်များဖြစ်ပါသည်-

၁။ လျှပ်ကူးကြိုးများတွင် ဖြစ်ပေါ်သော ဆုံးရှုံးမှုများတွင် တစ်ခုအပါအဝင်ဖြစ်သော I^2R ဆုံးရှုံးမှု ကို တွက်ချက်နိုင်ခြင်း၊

၂။ အပူချိန်စမ်းသပ်မှုလုပ်ငန်းစဉ်၏ နောက်ဆုံးတွင် ကွိုင်၏အပူချိန်ကိုတွက်ချက်နိုင်ခြင်း၊

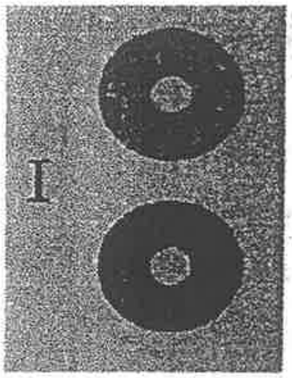
၃။ ဖြစ်နိုင်ခြေရှိသော ပျက်စီးဆုံးရှုံးမှုကို ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာနိုင်သော တိုင်းတာရေးကိရိယာတစ်ခု အဖြစ် အသုံးပြုနိုင်ခြင်း

ထရန်စဖော်မာတွင် ဖြစ်နိုင်ချေရှိသောပြဿနာများ

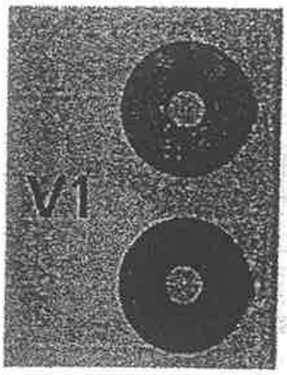
ပတ်လမ်းတိုဖြစ်ခြင်း၊ ပတ်လမ်းပြတ်ဖြစ်ခြင်း၊ အဆက်များလျော့ရဲခြင်း၊ ဗို့အားချိန်ညှိခလုတ်များ၏ ထိချက်လျော့ရဲခြင်းတို့ ဖြစ်ပါသည်။

Winding Resistance Tester ရှိ ခလုတ်များ၏ သင်္ကေတအညွှန်းများ

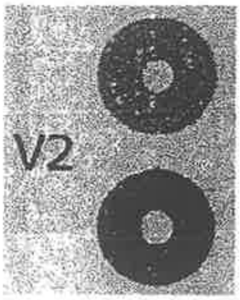
ပုံ (၂-၁၃-က) Input AC Power Module



ပုံ(၂-၁၃-ခ)Output Current Terminal

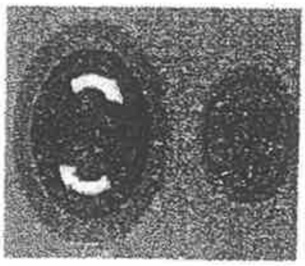


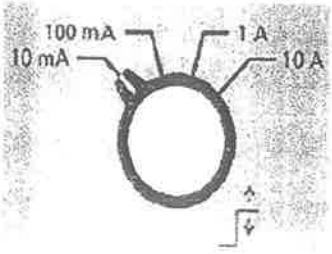
ပုံ (၂-၁၃-ဂ)Output Voltage V1



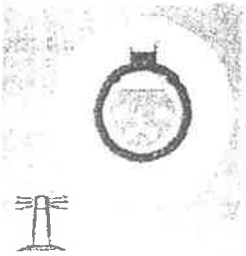
ပုံ(၂-၁၄-က) Input Voltage V2

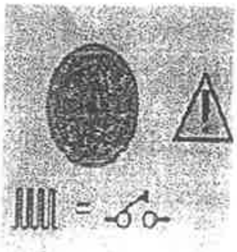
ပုံ(၂-၁၄-ခ) Earth/Ground Lug


ပုံ(၂-၁၄-ဂ)Emergency Shut Down Switch

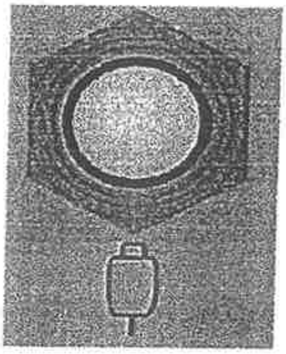


ပုံ(၂-၁၅-က)Current Set Switch

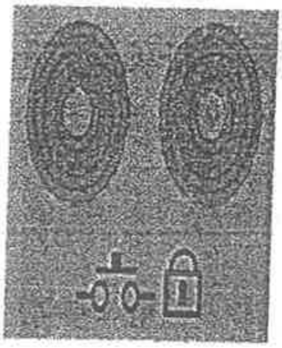

ပုံ(၂-၁၅-ခ) Warning Beacon Connetor


ပုံ(၂-၁၅-ဂ)Break Before Make Indicator

ပုံ(၂-၁၆-က)RS232 Connection

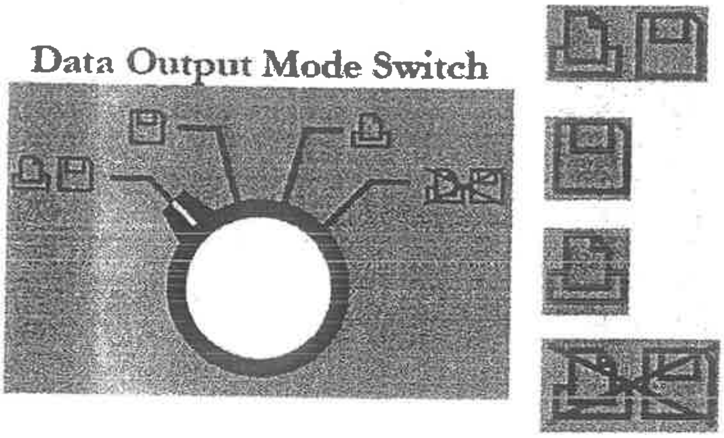


ပုံ(၂-၁၆-ခ)Remote Control



ပုံ(၂-၁၆-ဂ) Interlock Connection

Data Output Mode Switch



MTO will Print and Save Data

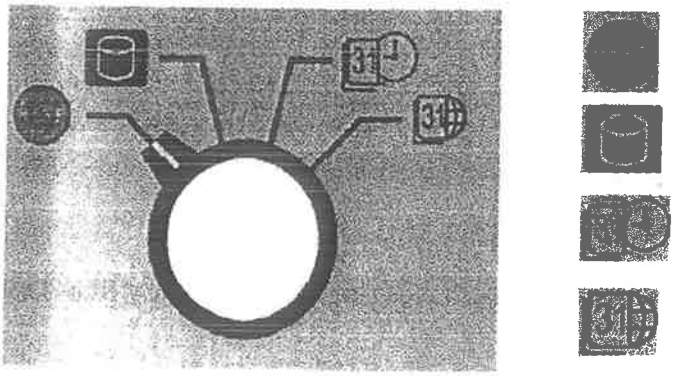
MTO will Save Data

MTO will Print Data

MTO will just Display Data

ပုံ(၂-၁၇) Date Output Mode Switch

Function Mode Switch



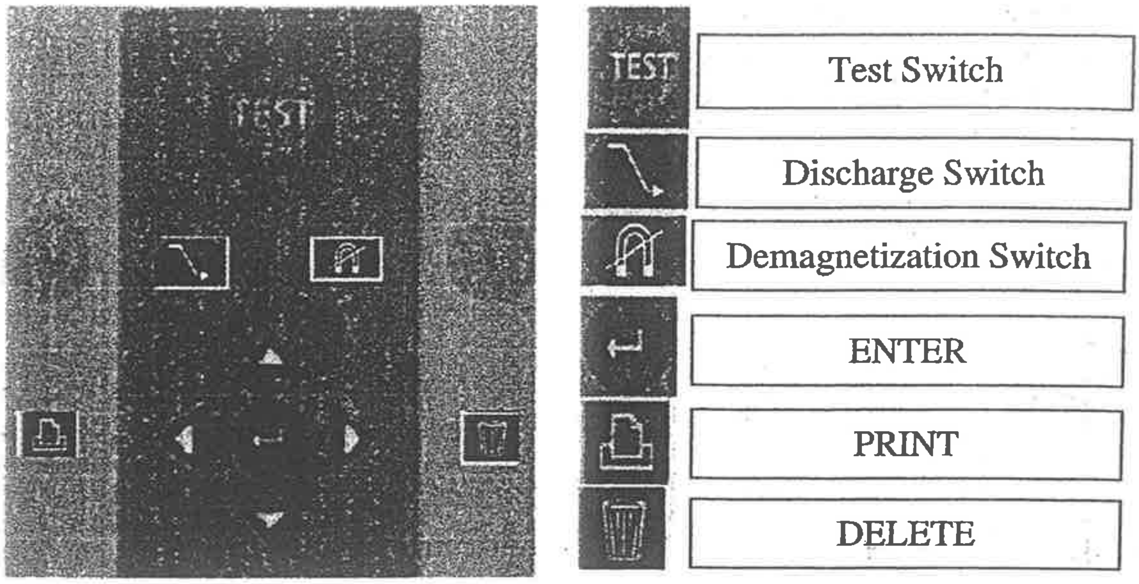
MTO is in Test Mode

MTO is in Storage Review Mode

MTO is in Set Date and Time Mode

MTO is in select Date Format Mode

ပုံ(၂-၁၈) Function Mode Switch



ပုံ(၂-၂၀) ခလုတ်သင်္ကေတအညွှန်းများ

တိုင်းတာပုံ

- ဤမီတာ၏ မြေစိုက်ကြိုးငုတ်တွင် မြေစိုက်ကြိုးဆက်သွယ်ပါ၊
- မိမိတိုင်းတာလိုသောကွိုင်တွင် လျှပ်စီးကြိုးနှင့်ဗို့ကြိုးတို့ကိုချိတ်ဆက်ပါ၊
- ချိတ်ဆက်မှုမှာဗို့ကြိုးသည် လျှပ်စီးကြိုးပေါ်ချိတ်ဆက်ခြင်းမပြုလုပ်ရပါ၊
- ပါဝါကြိုးကိုမီတာနှင့် ဆက်သွယ်ပါကသတ်မှတ်ထားသောဗို့အတွင်းဖြစ်ရပါမည်၊
- မိမိတိုင်းတာလိုသော လျှပ်စီးပမာဏကိုရွေးချယ်ပါ၊
- စမ်းသပ်ခလုတ်ကိုနှိပ်ပါ၊
- ရလဒ်တည်ငြိမ်သည်အထိစောင့်ပါ၊
- ရလဒ်တည်ငြိမ်ပါကစမ်းသပ်ခလုတ်ကိုနှိပ်ပါ။
- တည်ငြိမ်လျှပ်စစ်ထုတ်သည့်မီးလုံးငြိမ်းသည်အထိစောင့်ပါ၊
- မီးငြိမ်းပါကအရေးပေါ်ခလုတ်နှိပ်ပါ၊
- မိမိတိုင်းလိုသောအခြားကွိုင်တစ်ခုကိုအထက်ဖော်ပြပါအတိုင်းဆက်လက်လုပ်ဆောင်တိုင်းတာနိုင်ပါသည်။

စမ်းသပ်မည့် လျှပ်စီးပမာဏရွေးချယ်ခြင်း

- သံအူတိုင်၏ သံလိုက်သတ္တိပြည့်ဝစေရန် ထရန်စဖော်မာဝန်ပြည့်လျှပ်စီး၏ ၁ ရာခိုင်နှုန်း လိုအပ်ပါသည်၊
- ထရန်စဖော်မာဝန်ပြည့်လျှပ်စီး၏ ၁၀ ရာခိုင်နှုန်းထက် ပိုပြီး မရွေးချယ်ပါနှင့်၊ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် ထရန်စဖော်မာကွိုင်တွင် အပူဖြစ်ပေါ်မှုကြောင့် ရလဒ်မှားယွင်းစေနိုင်ပါသည်၊
- စမ်းသပ်လျှပ်စီးအလွန်နည်းပါက အချိန်နှင့်အမျှ ရလဒ်အမျိုးမျိုး ပြောင်းလဲနိုင်ပါသည်၊
- စမ်းသပ်မည့် လျှပ်စီးပမာဏ (၄)မျိုး ရွေးချယ်နိုင်ပါသည်၊ (10mA, 100 mA, 1A, 10 A)

တိုင်းတာမှုရလဒ်များမှန်/မမှန် နှိုင်းယှဉ်စစ်ဆေးခြင်း

၁။ ထုတ်လုပ်သောစက်ရုံမှ စစ်ဆေးထားသော ရလဒ်နှင့် နှိုင်းယှဉ်ခြင်း၊

၂။ အမျိုးအစားတူ၊ အရွယ်အစားတူ အခြားရလဒ်နှင့် နှိုင်းယှဉ်ခြင်း၊

၃။ ကွိုင်သုံးခုရလဒ်များ နှိုင်းယှဉ်ခြင်း၊

လက်ခံနိုင်မှု

၁။ ထုတ်လုပ်သောစက်ရုံမှ စစ်ဆေးထားသော ရလဒ်နှင့် တည်ဆောက်တပ်ဆင်ထားသော နေရာတွင် တိုင်းတာရရှိသော ရလဒ် ၅ ရာခိုင်နှုန်းအတွင်း ရှိပါက လက်ခံနိုင်ပါသည်၊

၂။ ကွိုင်အပူချိန်ပေါ် မူတည်ပြီး ရလဒ်ပြောင်းလဲနိုင်ပါသည်၊

၃။ ကွိုင်သုံးခုရလဒ် တစ်ခုနှင့်တစ်ခု ၁ ရာခိုင်နှုန်းအတွင်းရှိပါက လက်ခံနိုင်ပါသည်၊

Temperature Change

လျှပ်ကူးကြိုးကွိုင်တစ်ခု၏ DC ခုခံမှုသည် အပူချိန်ပေါ် မူတည်ပြီး ပြောင်းလဲနိုင်ပါသည်။ ကြေးကြိုးကွိုင်သည် ၁ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်တွင် ခုခံမှု ၀.၃၉ ရာခိုင်နှုန်းပြောင်းလဲပါသည်။

Oil Tester (Or) Dielectric Strength Tester

(လျှပ်တားဆီ၏ လျှပ်တားပျက်မှုဗို့အားစစ်ဆေးသည့် တိုင်းတာရေးကိရိယာ)

လျှပ်တားဆီများသည်မီးလောင်မှုအမှတ်မြင့်ခြင်း၊ လျှပ်တားပျက်မှုဗို့အား မြင့်မားခြင်းစသည့် ဂုဏ်သတ္တိရှိသည့်အတွက်ကြောင့် ထရန်စဖော်မာများ၊ ဓာတ်အားလိုင်းဖြတ်ခလုတ်များစသည့် လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများတွင် ကြားခံလျှပ်တားအဖြစ် အသုံးပြုပါသည်။

စမ်းသပ်နိုင်သည့် လျှပ်တားဆီအမျိုးအစားများ

1. Mineral oil
2. High molecular weight hydrocarbon (HMWH) fluids
3. Silicon fluids
4. Synthetic ester fluids
5. Natural ester (Vegetable oil) fluids

လျှပ်တားဆီများဂုဏ်သတ္တိကျဆင်းစေခြင်း

ရေငွေ့၊ လျှပ်ကူးအမှုန့်များ၊ အစအနများ၊ လျှပ်ကာအမှုန့်များ၊ ဓာတ်တိုးခြင်းနှင့် ဆီသက်တမ်းကြာခြင်းစသည်တို့သည် လျှပ်တားဆီများ ဂုဏ်သတ္တိကျဆင်းစေခြင်း၏ အကြောင်းအရင်းများ ဖြစ်ကြသည်။

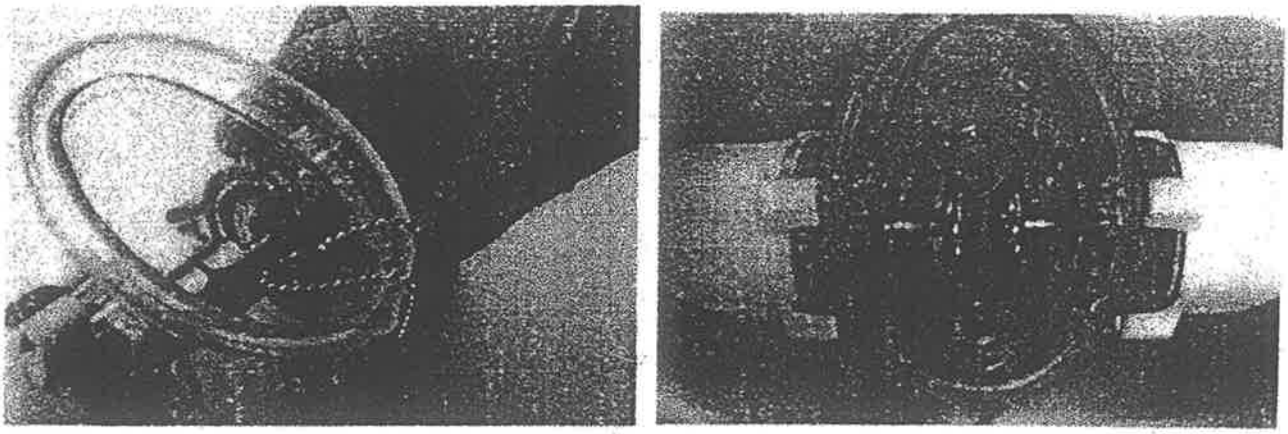
လျှပ်တားဆီစမ်းသပ်ခြင်းဖြင့် ရရှိနိုင်သောသတင်းအချက်အလက်များ

၁။ ထရန်စဖော်မာ၏ ကျန်ရှိသောသက်တမ်းကိုခန့်မှန်းနိုင်ခြင်း၊

၂။ မီးလောင်မှုမှ ကာကွယ်နိုင်ခြင်း

၃။ အသုံးပြုရန် အသင့်ဖြစ်သောလုံခြုံမှုတိုးမြှင့်ခြင်း

၄။ ယုံကြည်စိတ်ချစွာပြုပြင်ထိန်းသိမ်းနိုင်ခြင်း



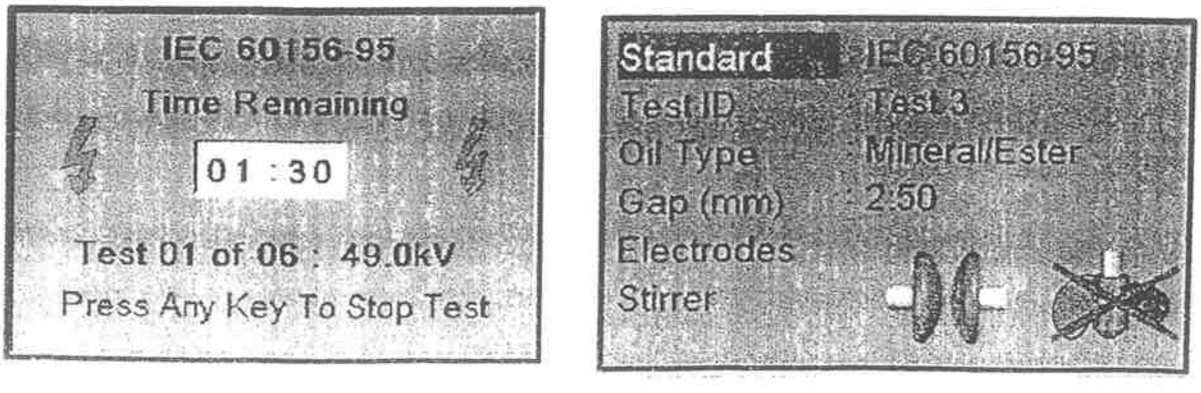
ပုံ(၂-၂၁) လျှပ်တားပျက်မှုတိုင်းတာပုံ

လျှပ်တားပျက်မှုတိုင်းတာပုံ

ကွာဟထားသော လျှပ်ငုတ်နှစ်ခုကိုစမ်းသပ်ခွက်တွင် တပ်ဆင်ထားပါသည်။ စမ်းသပ်မည့် လျှပ်တားဆီအားစမ်းသပ်ခွက်အတွင်းသို့ သတ်မှတ်ထားသည့် ဆောင်အမှတ်သို့ ရောက်အောင်ဖြည့်ပါ ။ လျှပ်ငုတ်နှစ်ခုကို လျှပ်ပန်းကူး လျှပ်တားပျက်သည်အထိ AC ဗို့အားတဖြည်းဖြည်းချင်း တိုးပေးလိုက်ပါသည်။ ဗို့အားပြတ်တောက်သွားပါသည်။ ၄င်းဗို့အားသည် ရလဒ်ဖြစ်ပါသည်။

စမ်းသပ်နိုင်သောစံချိန်စံညွှန်းများ

1. ASTM International
2. IEC (Europe)
3. Japanes (JIS)



ပုံ(၂-၂၂) IEC Standard ဖြင့် စမ်းသပ်နိုင်သည့်အညွှန်းများ

လျှပ်တားပျက်မှုဗို့အားရလဒ်ဖော်ပြချက်နှင့် လက်ခံနိုင်မှု

လျှပ်တားဆီအသစ်	
လျှပ်စစ်ပစ္စည်း၏အသုံးပြုဗို့အား	လျှပ်တားပျက်မှုဗို့အား
≤72.5 kV	> 55 kV
≥72.5 kV ≥170 kV	> 60 kV
>270 kV	>65 kV

ဇယား(၂-၅) လျှပ်တားဆီအသစ်အတွက် လျှပ်တားပျက်မှုဗို့အားရလဒ်ဖော်ပြချက်နှင့် လက်ခံနိုင်မှုဇယား

အသုံးပြုထားသော လျှပ်တားဆီ			
လျှပ်စစ်ပစ္စည်း၏ အသုံးပြုဗို့အား	လျှပ်တားပျက်မှုဗို့အား		
	ကောင်း	သင့်	ညံ့
≤72.5 kV	> 40 kV	30 ~ 40 kV	> 30 kV
≥72.5 kV ≥170 kV	>50 kV	40 ~ 50 kV	> 40 kV
>270 kV	>60 kV	50 ~ 60 kV	>50 kV

ဇယား(၂-၆) အသုံးပြုထားသော လျှပ်တားဆီအတွက် လျှပ်တားပျက်မှုဗို့အား ရလဒ်ဖော်ပြချက်နှင့် လက်ခံနိုင်မှုဗို့အား

အခန်း(၃)

စက်ရုံအလုပ်ရုံများတွင် လျှပ်စစ်တပ်ဆင်ခြင်း

၁။ အသုံးပြုရာနေရာများနှင့် ဗို့အားစနစ်

မြန်မာနိုင်ငံရှိ အလတ်စားနှင့် အကြီးစားစက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံများရှိ စက်များမောင်းနှင်လည်ပတ်ရန်နှင့် စက်ရုံမဟုတ်သော်လည်း အမျိုးမျိုးသော ဝန်ဆောင်မှုများအတွက် စုလင်လှသော လျှပ်စစ်ဓာတ်အားသုံးကိရိယာများကို မဖြစ်မနေ များပြားစွာ အသုံးပြုလေ့ရှိသော လေဆိပ်ကြီးများ၊ ဟိုတယ်၊ ကုန်တိုက်၊ အထပ်မြင့် အဆောက်အဦး စသည့် နေရာတို့တွင် ဓာတ်အားဖြန့်ဖြူးသုံးစွဲရာ၌ အနိမ့်စားနှင့် အလတ်စားဗို့အားများဖြစ်သော 400/230V စနစ်ကို အသုံးပြုပါသည်။ တနည်းအားဖြင့် သုံးသွင်စနစ်(3 Phase System) ဟု ခေါ်ဆိုပါသည်။ ၎င်းသွင် (သို့) လိုင်းကို အတိုကောက်အားဖြင့် (Ø) ဟု ခေါ်ဝေါ်အသုံးပြုပါသည်။ ၎င်းစနစ်တွင် 3 Ø, 400 Vသုံးကိရိယာများအတွက်သာ သီးခြား အသုံးပြုသည့် 3 Ø, 3 Wire စနစ် (Balance System) နှင့် 1 Ø, 230 V စနစ်ပါ တွဲဖက်အသုံးပြုနိုင်သည့် 3Ø, 4 Wire 400/230 V စနစ် (Unbalance System) တို့ ပါဝင်ပါသည်။ 3 Ø, 4 Wire စနစ်ကို အထက်ဖော်ပြပါနေရာများတွင် အများဆုံးအသုံးပြုကြပါသည်။

၂။ အမည်ဖော်ဗို့အားနှင့် သတ်မှတ်ဗို့အား(Norminal Volt & Rated Volt)

လျှပ်စစ်ဓာတ်အားအသုံးပြုသော ဗို့အားစနစ်များတွင် ဗို့အားကျဆင်းမှုကို ကာမိစေရန် အမည်ဖော်ဗို့အား (Norminal Volt) နှင့် လျှပ်စစ်ကိရိယာ၏ သတ်မှတ်ဗို့အား (Rated Volt) တို့ ခွဲခြားလေ့ရှိပါသည်။ တနည်းအားဖြင့် Receiving Terminal Volt နှင့် Load Terminal Volt တို့ ဖြစ်ပါသည်။

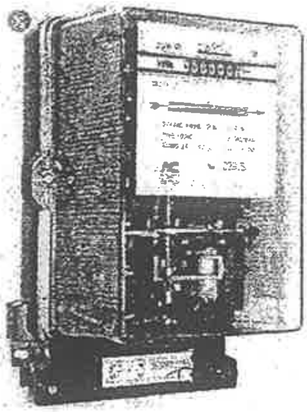
ကြီးမားသောစက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံ အဆောက်အဦများတွင် ဓာတ်အားစတင်ဖြန့်ဖြူးရာနေရာနှင့် တပ်ဆင်အသုံးပြုသော စက်ကိရိယာများဆီသို့ ဝါယာရှည်လျားစွာ သွယ်တန်းအသုံးပြုသည့်အခါ စက်ကိရိယာအရောက် ဗို့အား(Load Terminal Voltage) အား လျော့ကျမှုရှိပါသည်။ ၎င်းဗို့အားလျော့ကျမှုကို ထိန်းသိမ်းရန် အရွယ်အစားကြီးသော ဝါယာကို အသုံးပြုရမည်ဆိုလျှင် ကုန်ကျစရိတ်များပြားစေသည်။ သို့အတွက် ဗို့အားကျဆင်းမှုကို လက်ခံနိုင်သော အတိုင်းအတာအတွင်း ထိန်းသိမ်းပြုပြင်ရန် 400 V စနစ်သုံး လျှပ်စစ်ကိရိယာများအတွက် မိမိပိုင်နက်အတွင်း 415 V ဖြင့် ဓာတ်အားစတင်ဖြန့်ဖြူးမှုကို ပြုလုပ်ရပါသည်။ ၎င်းတွင် 415 V သည် အမည်ဖော်ဗို့အား (Norminal Volt) နှင့် 400 V သည် သတ်မှတ်ဗို့အား (Rated Volt) ဖြစ်ပါသည်။ Norminal Volt 400V စနစ်တွင် Rated Volt ကို 380 ဖြင့်လည်းကောင်း စီမံထုတ်လုပ်ကြပါသည်။

၃။ ဓာတ်အားရယူအသုံးပြုပုံစနစ်များ (Power Receiving System)

အလတ်စားစက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံများအတွက် 3Ø, 400V စနစ် ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းမှ Service Main Wire ဖြင့် စက်ရုံ၏လျှပ်စစ်မီတာသို့ သွယ်တန်းရပါသည်။ သွယ်တန်းမည့် Wire အရွယ်အစားသည် အသုံးပြုမည့် လျှပ်စီးအားနှင့် ဗို့အားကျဆင်းမှုကိုပါ ထည့်တွက်၍ လုံလောက်သောအရွယ်အစားကို ရွေးချယ်တပ်ဆင်ရမည်။ သွယ်တန်းမည့်လိုင်းရှည်သည်နှင့်အမျှ ဗို့အားကျဆင်းနှုန်း ပိုမိုများစေပါသည်။ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားအသုံးများသော အကြီးစားစက်ရုံ အဆောက်အဦများအတွက်မူ မိမိ၏ နေရာပိုင်နက် အတွင်းသို့ 11 kV,6.6 kV အစရှိသည့် ဗို့အားမြင့်ဓာတ်အားလိုင်း (High Tension Line) သွယ်တန်း၍ စက်ရုံအတွင်း ဓာတ်အားခွဲရုံ တည်ဆောက်ကာ လျှပ်တာပြောင်း (Distribution Transformer) ဖြင့် ဗို့လျှော့ချ၍ ဓာတ်အား ရယူအသုံးပြုရပါသည်။ Transformer များကို အသုံးပြု၍ (11 kV/400V, 6.6 kV/400 V) စသည်ဖြင့် 400 V ပြောင်းလဲအသုံးပြုပါသည်။ အသုံးပြုမည့် ဝန်အားအလိုက် နိုင်နင်းသော အရွယ်အစား (Transformer K.V.A Rating) ကို ရွေးချယ်အသုံးပြုရမည်။

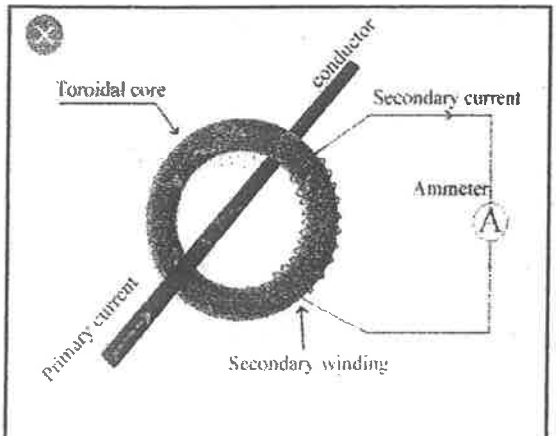
၄။ သုံးသွင်စနစ်သုံးလျှပ်စစ်မီတာ (3Ø Kilo-Watt Hour Meter)

3 Ø K.W.H များကို 3 Ø, 3 Wire စနစ်နှင့် 3 Ø, 4 Wire စနစ်ဟူ၍ နှစ်မျိုးတွေ့ရှိနိုင်သည်။ 3 Ø, 4 Wire စနစ်သည် 400 V စနစ်အပြင် 230 V စနစ်ပါ အသုံးပြုနိုင်သဖြင့် ဓာတ်အားသုံး နေရာအများအပြားတွင် တပ်ဆင်အသုံးပြုလေ့ရှိသည်။ (ဝန်အားသတ်မှတ်ချက်အနေဖြင့် လျှပ်စီး ဝန်အား (Ampere Rating) 10 Ampere တစ်နည်းအားဖြင့် လျှပ်စစ်ဝန်အား (Power Rating) 5.5 kW နိုင်နင်းသော အနိမ့်ဆုံးအရွယ်အစားမှစ၍ ထုတ်လုပ်ပါသည်။) လျှပ်စီးအား 50 Ampere နှင့် အထက် ဝန်အားများအတွက် မီတာသို့ တိုက်ရိုက်သွယ်တန်းခြင်းမပြုဘဲ လျှပ်စီးအား အချိုးကျ လျှော့ချပေးသည့် Current Transformer (C.T) ထည့်သွင်းအသုံးပြုကာ မီတာကို လည်ပတ်စေသည်။ ၎င်း K.W.H ကို C.T မီတာဟု အများက ခေါ်ဝေါ်ကြပါသည်။ ၎င်း Meter တွင် (C.T) မပါဘဲ အသုံးပြုပါက မီတာအတွင်းရှိ Current Coil လောင်ကျွမ်းပျက်စီးတတ်သဖြင့် မီတာ၏ Name Plate တွင် ဖော်ပြသော ဝါယာဆက်သွယ်ပုံ C.T Ratio 60/5 A,100/5A စသည်ဖြင့် အထူးပြုသတ်မှတ် ဖော်ပြချက်များအား ဂရုပြု၍ C.T Ratio ကို မှန်ကန်စွာ တပ်ဆင်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။

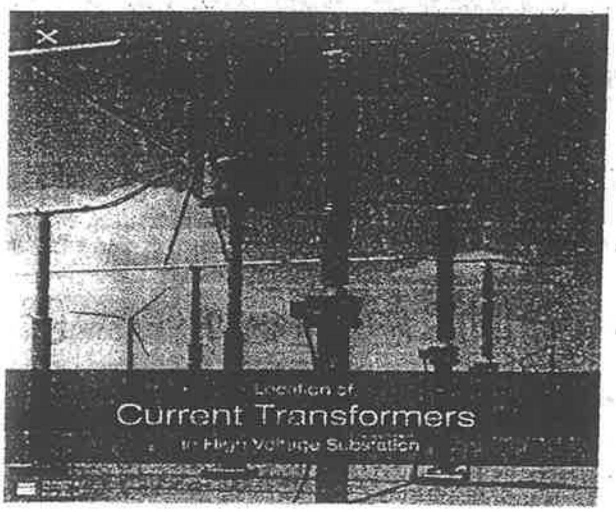


ပုံ (၃-၁) K.W.H Meter

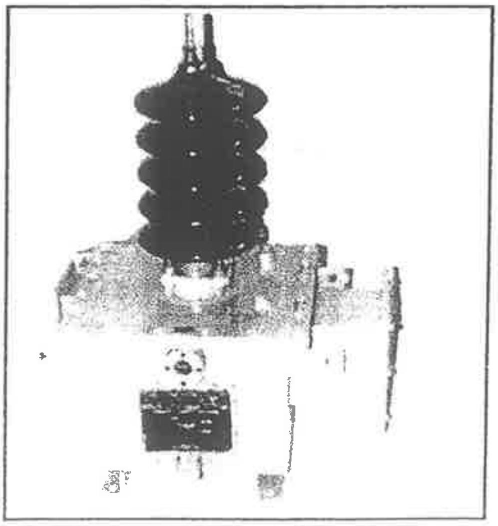
စာတ်အားခွဲရုံတွင် လျှပ်စစ်မီတာ တပ်ဆင်ရာ၌ ဗို့အားနိမ့် Low Tension L.T 400V Side တွင် C.T အသုံးပြု၍လည်းကောင်း၊ H.T Side (11 kV,6.6 kV) များတွင် C.T အပြင် (Potential Transformer) P.T ကိုပါ တွဲဘက်တပ်ဆင်၍ အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။



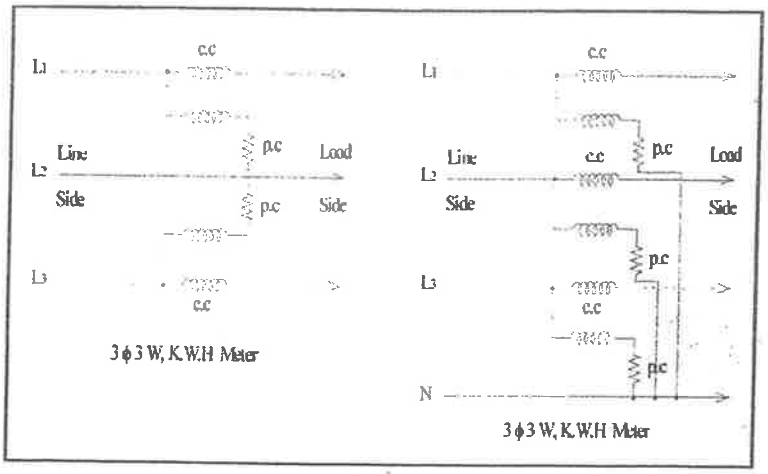
Current Transformer



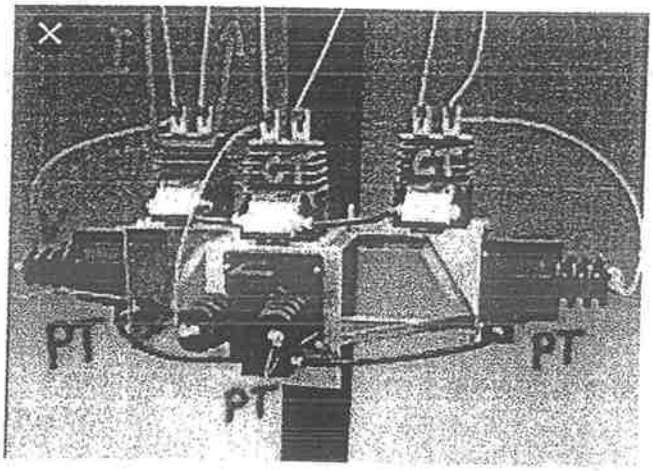
ပုံ (၃-၂) Current Transformer (CT)



ပုံ (၃-၃) Voltage Transformer (PT)



ပုံ (၃-၃) CC (Current Coil) နှင့် PC (Potential Coil) များတပ်ဆင်ထားသည့် Circuit diagram



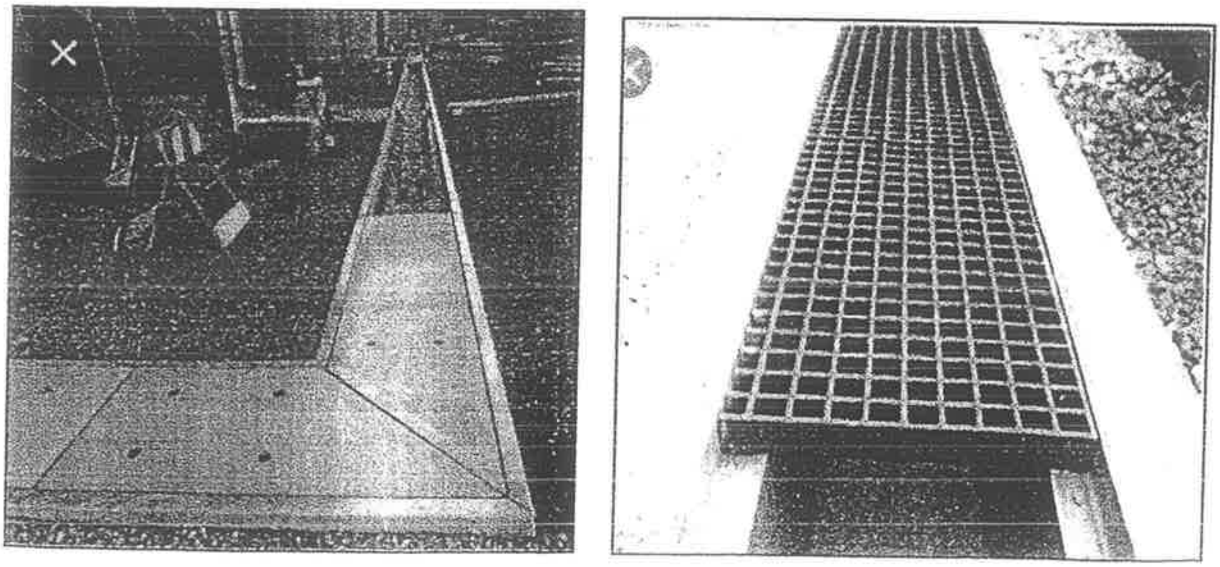
ပုံ (၃-၄) ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းများတွင် CT, PT များ တပ်ဆင်ထားပုံ

လျှပ်စစ်ဆိုင်ရာ သတ်မှတ်ချက်များအရ K.W.H မီတာအထွက် နေရာမှ စတင်၍ ဓာတ်အား သုံးစွဲသူအား ဓာတ်အားပေးခြင်း စတင်သည့်နေရာ (Consumer Side) ဟု သတ်မှတ်ပါသည်။

၅။ စက်ရုံအဆောက်အဦအတွင်း ဝါယာသွယ်တန်းခြင်း

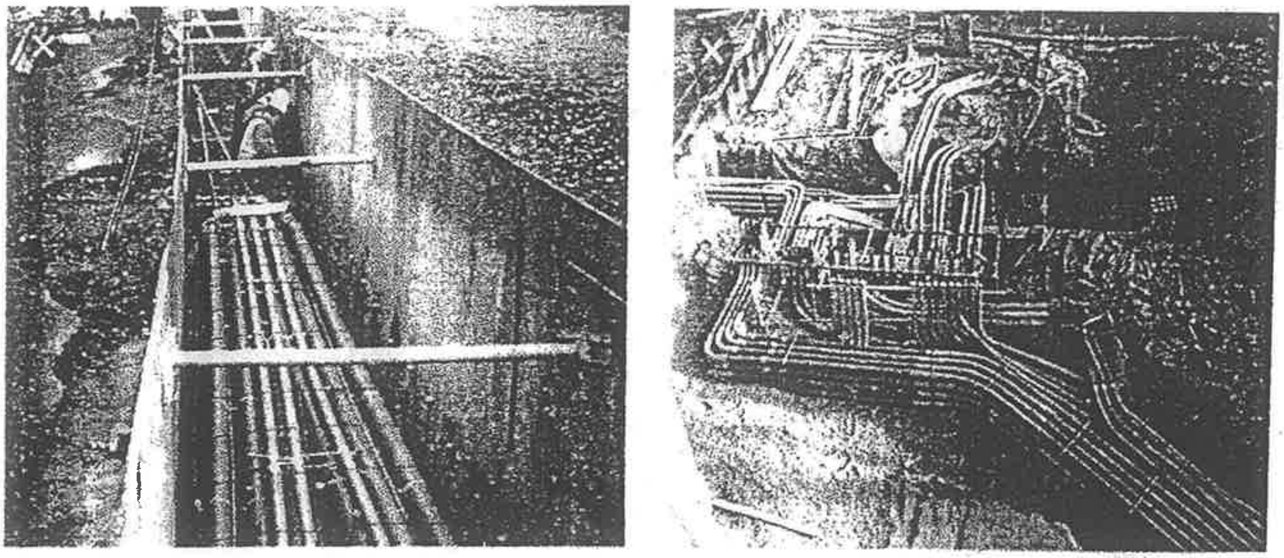
အလတ်စား စက်ရုံများရှိ 3Ø, 400 V စနစ်တွင် မီတာအထွက်မှ ပင်မသော့ခလုတ်ခုံ (Main Switch Board) သို့ ပြွန် (Conduit) ဖြင့် အများဆုံးဝါယာသွယ်တန်းပါသည်။ စက်ရုံ အဆောက်အဦ ကြီးများရှိ ဓာတ်အားခွဲရုံ 400 V Side Wire များကို Main Switch Panel သို့အောက်ဖော်ပြပါ သွယ်တန်းနည်းများဖြင့်တပ်ဆင်ကြပါသည်-

(က) ဝါယာသွယ်ရန် ပြုလုပ်ထားသော ကွန်ကရစ်မြောင်း (Cable Trench)



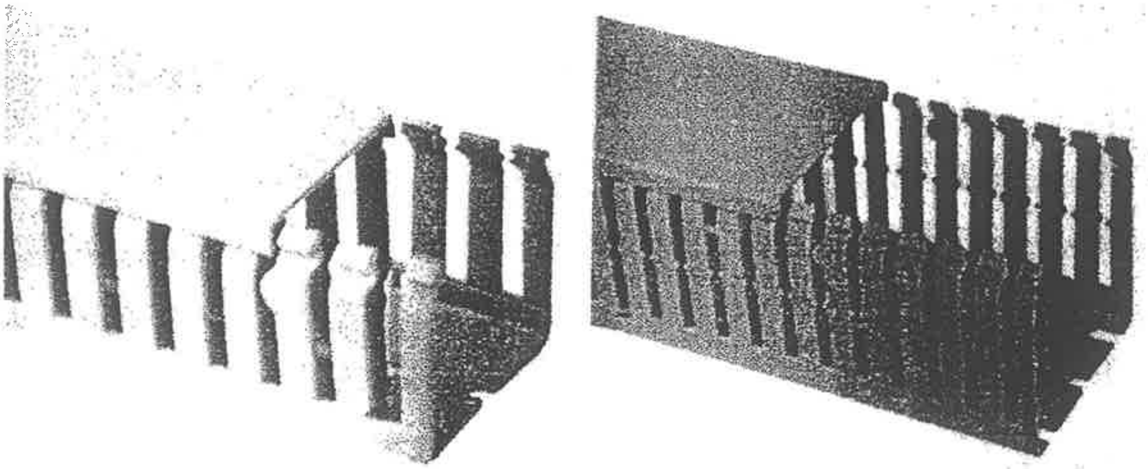
ပုံ (၃-၅) ဝါယာသွယ်တန်းရန် Cable Trench များပုံ

(ခ) ကြိုတင်မြှုပ်နှံထားသောပြွန် (Enclosed in Underground Conduit)



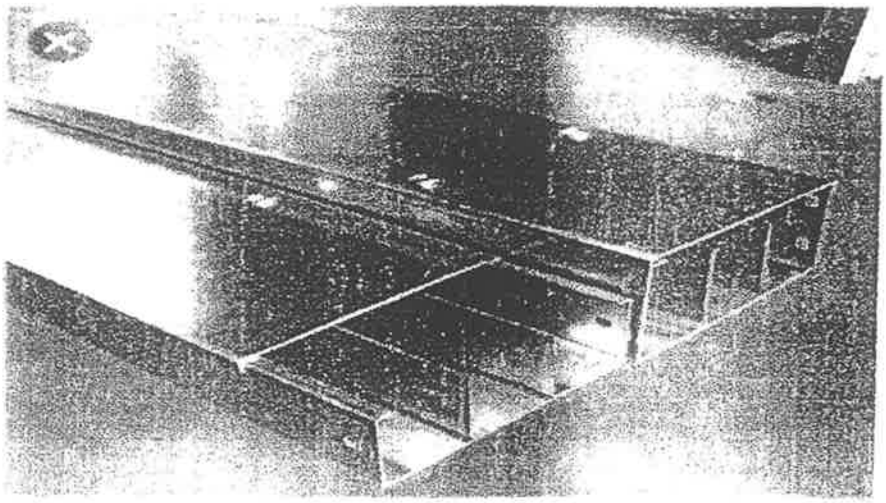
ပုံ (၃-၆) Underground Conduit များအတွင်း ထည့်သွင်း၍ သဝါယာသွယ်တန်းထားပုံ

(ဂ) အလုံပိတ်သတ္တုမြောင်း (Cable Trunking)



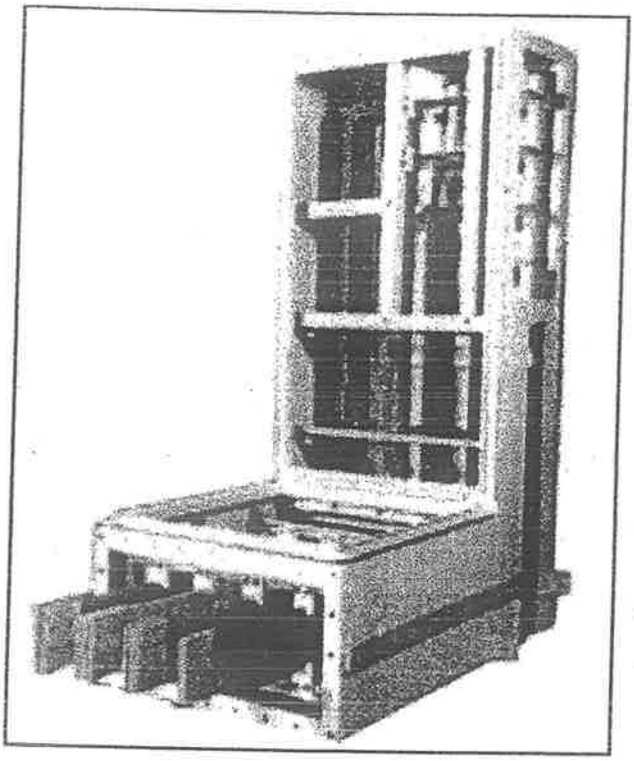
ပုံ (၃-၇) ဝါယာထည့်သွင်းသွယ်တန်းသည့် Cable Trunk များ

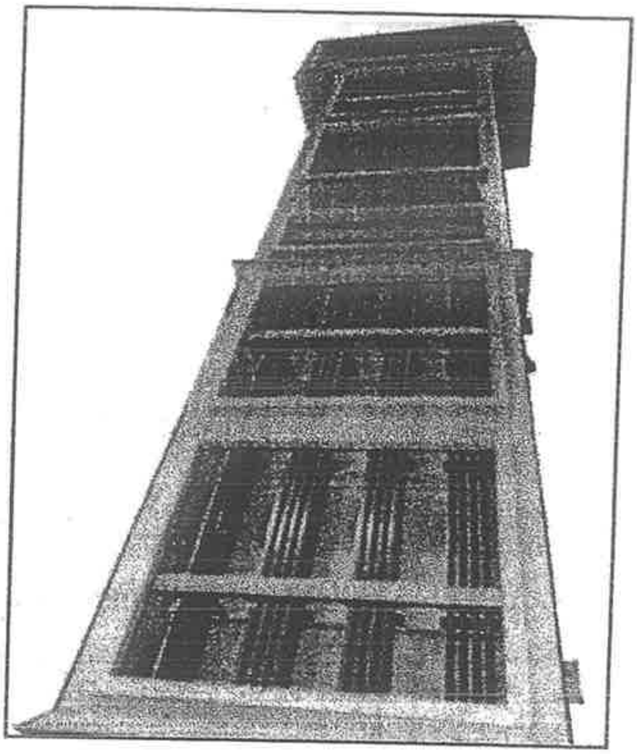
(ဃ) အဖုံးမဲ့ဝါယာတင်ဘန်း (Cable Tray)



[illegible] သွင်းသွယ်တန်းသည့် [illegible] များ

(c) အထူးလျှပ်ကာအုပ်၊ အဲထူစားထုကြေးပြား (Bus-Duct)





ပုံ (၃-၉) Bus-Duct ဖြင့် Cable များသွယ်တန်းထားပုံ

Wire,Cable, Bus-Bar မည်သည့် လျှပ်ကူးပစ္စည်းအမျိုးအစားကို အသုံးပြုသည်ဖြစ်စေ အရွယ်အစားများသည် အသုံးပြုမည့်လျှပ်စီး (Working Current) ကို နိုင်နင်းရမည့်အပြင် အပြစ်ကျရောက်ခြင်း (Short Circuit) ဖြစ်သည့်အခါ မြင့်မားစွာ ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည့် လျှပ်စီး (Fault current) ကိုလည်း သယ်ဆောင်နိုင်သည့် ထိပ်ဝဧရိယာ (Cross Sectional Area) ရှိရမည်ဖြစ်သည်။

၆။ ပင်မနှင့်လိုင်းခွဲထိန်းခလုတ်များတပ်ဆင်ခြင်း (Main Switch Board or Main Switch Panel)

စက်ရုံ၊ အဆောက်အဦများတွင် 400 V ဓာတ်အားလက်ခံရရှိရာမှ အတွင်းရှိ လျှပ်စစ်ကိရိယာအသုံးအဆောင်များသို့ စနစ်တကျ ဓာတ်အားပေးဝေနိုင်ရန်နှင့် အဆင့်ဆင့်ထိန်းချုပ်မှုရှိစေရန် ပင်မနှင့် လိုင်းခွဲထိန်းခလုတ်ခုံ Main Switch Board တပ်ဆင်အသုံးပြုပါသည်။ အတိုကောက်အားဖြင့် M.S.B ဟု ခေါ်ဝေါ်ပါသည်။

ရှေးယခင်က M.S.B ကို သစ်သားပြား (Wooden Board)၊ သံမဏိတန်း (Iron Bar) တို့ပေါ်တွင် တပ်ဆင်ပါသည်။ ၎င်းတို့ကို အဆောက်အဦ၏ အတွင်းဘက်နံရံတွင်ဖြစ်စေ၊ ကြမ်းပြင်အမာခံထောက်တိုင် (Angle Iron Stand) တွင် ထောင်လိုက်တပ်ဆင်ပြီး မျက်နှာပြင်ပေါ်တွင် သုံးလိုင်းဖြတ်သံမိန်းခလုတ် (3 Pole Ironclad Main Switch), Bus-Bar, Insulator, Porcclain Fuse Carrier, Voltmeter, Ammeter, Pilot Lamp စသည်တို့ကို လိုအပ်မှုအလိုက် အစီအစဉ်တကျ တပ်ဆင်အသုံးပြုပါသည်။

ယခုအခါ ပင်မနှင့် လိုင်းခွဲထိန်းခလုတ်များကို သေတ္တာပုံသဏ္ဍာန် (Panel) အတွင်း လုံခြုံ သပ်ရပ်စွာ တပ်ဆင်အသုံးပြုကြပါသည်။ (Main Switch Panel များတွင် Pilot Lamp, Volt Meter, Ammeter, Selector Switch စသည့် ကိရိယာများကို Panel ၏ တံခါးရွက်များတွင် အကျဖောက်၍ တပ်ဆင်ကာ လိုင်းဖြတ်ခလုတ်များကို အတွင်းဘက်တွင် သံပြား(Mounting Plate) သံမဏိတန်း (Mounting Bar) တို့ဖြင့် အထိုင်ချတပ်ဆင်ထားသည့် အတွက်ထုထည်နေရာ ကျစ်လစ်စွာဖြင့် သေသပ်မှုရှိကာ လုံခြုံစိတ်ချရပါသည်။ M.S.B အတွင်း ပင်မလိုင်းဖြတ် (Main Protection) နှင့် လိုင်းခွဲကိန်း(Branch Circuit Protection) အဖြစ် Circuit Breaker အမျိုးမျိုးကို ဝန်အား အရွယ်အစားအမျိုးမျိုးအလိုက် ဓာတ်အားဖြတ်တောက်ရန် အလုပ်လုပ်ပုံအမျိုးမျိုး၊ ကာကွယ်ရမည့် Pole အရေအတွက် အမျိုးမျိုးတို့ဖြင့် နေရာအလိုက်ခွဲခြားကာ အသုံးပြုပါသည်။ တပ်ဆင်ရာတွင် အထောက်အကူပြုကိရိယာများအဖြစ်-

(က) Bus-Bar & Supporting Insulator, Insulation Tube

(ခ) Bus- Stud, Bus-spreader

(ဂ) Wire Ducting

(ဃ) Mounting Rail

(င) Flexible Link Wire

(စ) Panel Lamp & Door Switch

(ဆ) Door Lock

(ဇ) Pilot Lamp

(ဈ) Panel Meter (Volt, Amp, Hz,P.F,Watt etc.)

(ည) C.T For Metering

(ဋ) Control Cartridge Fuse

(ဌ) Alarm System

(ဍ) Earth bar စသည်များကို အသုံးပြုမည့် လိုအပ်ချက်နှင့်အညီ စနစ်တကျ တပ်ဆင်ထားရှိရပါသည်။

Main Switch Panel များ တပ်ဆင်အသုံးပြုရာတွင် လက်ရှိသုံးစွဲမည့် လိုင်းခွဲအရေအတွက်အပြင် လိုအပ်လျှင် တိုးချဲ့သုံးစွဲရန် အရန်လိုင်းခွဲထိန်း Spare Feeder Breaker များကိုလည်း ထည့်သွင်းတပ်ဆင်လေ့ရှိသည်။

Panel များ၏ ကိုယ်ထည်အကာအရံကို လုပ်ငန်းခွင်နေရာအလိုက် သတ်မှတ်ထားသော အကာအကွယ် စနစ် (Index of Protection, I.P Class) များနှင့်အညီ ရွေးချယ်တပ်ဆင်ရမည်။

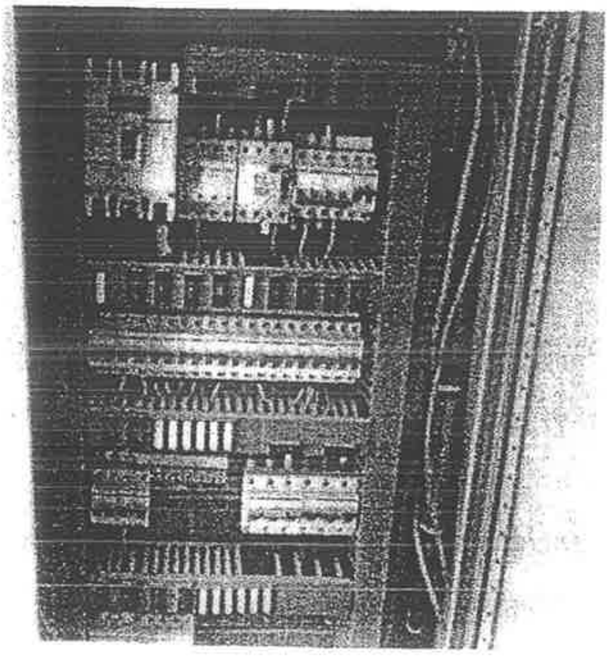
Panel တံခါးများကို မသက်ဆိုင်သူများ ဖွင့်ဟခြင်း မပြုနိုင်အောင် တံခါးသော့ (Door Lock) များတပ်ဆင်ရမည်။ အန္တရာယ်ရှိလွယ်သော ခလုတ်ဖွင့်/ပိတ်စနစ် (Switching) များနှင့် ဓာတ်အား

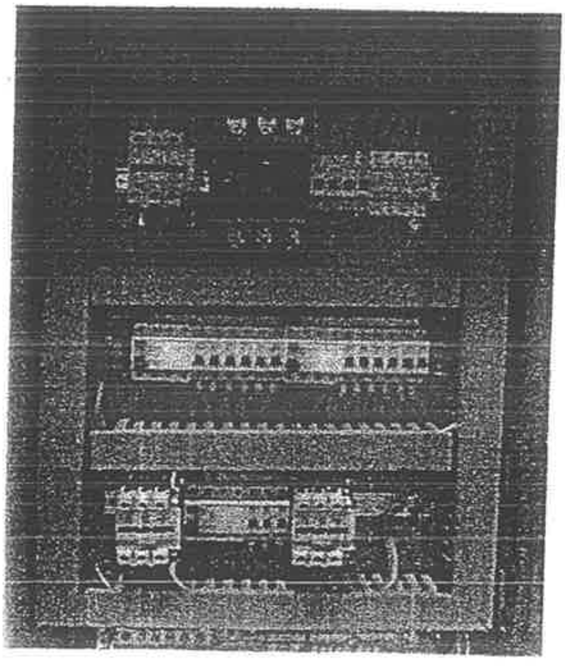
ရှိလျှင် မကိုင်တွယ်သင့်သော နေရာများတွင် စက်မှုသဘော သော့ထိန်းစနစ် (Mechanical Interlock)၊ လျှပ်စစ်သော့ထိန်းစနစ် (Electrical Interlock) တို့ဖြင့် အဆင့်ဆင့်အကာအကွယ်များလည်း တပ်ဆင်ရပါသည်။ M.S.B များတွင် သတ်မှတ်လျှပ်စီးဝန် (Ampere Rating) ကို ထမ်းနိုင်သော Circuit Breaker အမျိုးမျိုးအနက် Moulded Case Circuit Breaker (M.C.C.B) ကို သာမန်လျှပ်စီးဝန်အားတွင် အသုံးပြုပြီး ကြီးမားသော လျှပ်စီးဝန်များအတွက် Air Circuit Breaker (A.C.B) များကို အသုံးပြုရပါသည်။

ဓာတ်အားလိုင်းအဝင်၊ အထွက်ဝါယာများကို Circuit Breaker တွင် ညွှန်ပြသော အဝင်ဘက် (Line Side) နှင့် အထွက်ဘက် (Load Side) မှန်ကန်အောင် တပ်ဆင်ရမည်။ အများအားဖြင့် Circuit Breaker ၏ အပေါ်ဘက် (Fixed Contact Terminal) တွင် လိုင်းအဝင်ကြိုးတပ်ဆင်ပြီး အောက်ဘက်ရှိ (Moving Contact Terminal) တွင် အထွက်ကြိုး တပ်ဆင်ရမည်ဖြစ်သည်။ Circuit Breaker များ၏ သတ်မှတ်ချက်အတိုင်း တပ်ဆင်မှသာ အရေးကြုံသည့်အခါ မှန်ကန်စွာ ဓာတ်အားဖြတ်တောက်ခြင်းလုပ်ဆောင်မည်။

Panel များအတွင်းရှိ လျှပ်စစ်ကိရိယာများသို့ ဝါယာများဝင်/ထွက်ရာ Panel ၏ အပေါ်/အောက်မျက်နှာပြင်တွင် လိုအပ်သော အပေါက်အရွယ်အစားကို သေသပ်စွာ ဖောက်ပြီး သွယ်တန်းကာ လုံခြုံအောင် (Sealed) ပြုလုပ်ရမည်။

Panel အတွင်း အရွယ်အစား မတူညီသော Circuit Breaker များ အထိုင်ချတပ်ဆင်ရာတွင် သေးငယ်သော Breaker များကို အပေါ်ဘက်ခြမ်းတွင် တပ်ဆင်ပြီး ကြီးသော Breaker များကို အောက်ဘက်ခြမ်းတွင် တပ်ဆင်ရမည်။ သို့မှသာ ဝါယာသွယ်တန်းသည့်အခါ ထိခိုက်ပျက်စီးမှုမရှိဘဲ လွယ်ကူစွာ လုပ်ဆောင်နိုင်မည်ဖြစ်သည်။





ပုံ (၃-၁၀) Panel များအတွင်း Breaker များ စနစ်တကျတပ်ဆင်ထားပုံ

အရွယ်သေးငယ်သော Main Switch Panel များကို နံရံကပ်၍ (Wall Mounted) တပ်ဆင်ပြီး ကြီးမားသော Panel များကို ကြမ်းပြင်တွင် ခိုင်ခံ့စွာ (Floor-Mounted) နည်းများဖြင့် တပ်ဆင်ပါသည်။ ရှေ့ဘက်အနည်းဆုံး အကျယ်(၃)ပေ ရှိရမည်။ နောက်ဘက်တွင်ပါ ဖွင့်နိုင်ရန် ပြုလုပ်ထားသော Panel များတွင် နောက်ဘက်ပိုင်းပါ ဝင်ရောက်နိုင်ရန် လုံလောက်သည့်နေရာ (Spare) ထားရှိအထိုင်ချရမည်။

ခေတ်မီ A.C.B နှင့် M.C.C.B များတွင် ၎င်းတို့ကိုယ်ထည်အတွင်း Protection C.T, Intelligent Supervice Relay နှင့် Tripping Device တို့ကို (Built-in) ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ထားသဖြင့် လိုအပ်ချက်စုံလင်စွာဖြင့် အရွယ်အစား ကျစ်လစ်စွာ တည်ဆောက်ထားပါသည်။

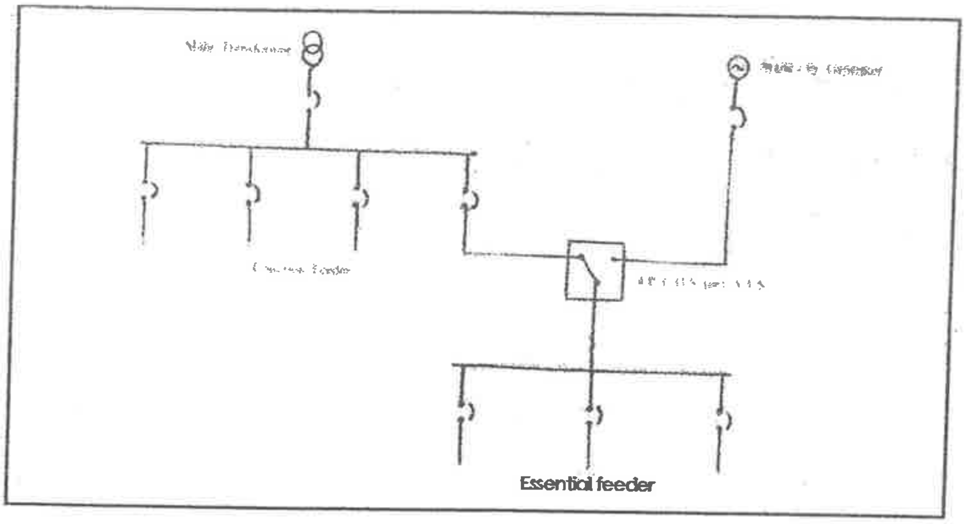
Main Switch Panel များ တပ်ဆင်ထားမည့်နေရာသည် လေဝင်လေထွက်ကောင်းမွန်ပြီး ဆားငွေ့၊ ရေခိုးရေငွေ့ ကင်းစင်သည့်နေရာဖြစ်ရမည့်အပြင် လုံလောက်သော အလင်းရောင်ရရှိမည်။ ယေဘုယျအားဖြင့် ပတ်ဝန်းကျင်တွင် မီးလောင်လွယ်သော အရာဝတ္ထုများ ကင်းစင်ရမည်။ လုပ်ငန်းခွင်သဘာဝအရ မီးလောင်လွယ်သော လုပ်ငန်းများတွင် အထူးပြုသတ်မှတ်ချက်များနှင့်အညီ တပ်ဆင်အသုံးပြုရမည်။

Panel များရှိ Earth Bar များကို ကိုယ်ထည်နှင့် ထိတွေ့မှုကောင်းမွန်အောင် တပ်ဆင်ပြီး မြေဓာတ်ကောင်းစွာချရမည်။

၇။ အရေးပေါ်ဓာတ်အားပေးစနစ်တပ်ဆင်ခြင်း(Stand-by Power System)

စက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံများတွင် ထုတ်လုပ်မှုသဘာဝ(Process) အရလည်းကောင်း၊ လူအများစုဝေးနေထိုင်လုပ်ဆောင်သော ကုန်တိုက်၊ ဟိုတယ်စသည့် အဆောက်အဦကြီးများတွင် ဝန်ဆောင်မှုလိုအပ်ချက်အရလည်းကောင်း၊ အသုံးပြုသော ပင်မဓာတ်အားပေးစနစ် ပြတ်တောက်ခဲ့လျှင် အဆင်ပြေစွာ ဆက်လက်ဆောင်ရွက်နိုင်ရန် အရေးပေါ်ဓာတ်အားပေးစနစ်ကို ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ရပါသည်။ ၎င်းဓာတ်အားပေးစနစ်အတွက် ဒီဇယ်လျှပ်ထုတ်စက် (Diesel Stand-by Generator) အရွယ်အစားအမျိုးမျိုးကို တွင်ကျယ်စွာ အသုံးပြုပါသည်။ စက်၏အရွယ်အစားရွေးချယ်ရာတွင် မဖြစ်မနေ အသုံးပြုရမည့် ဝန်အား(Essential Load) ကိုနိုင်နင်းမည့်စက်အရွယ်အစား ဖြစ်ရမည်။

အရေးပေါ်စနစ်တွင် ဓာတ်အားလိုင်းပြောင်းလဲအသုံးပြုရန် (၄) လိုင်းဖြတ် လိုင်းပြောင်းခလုတ် 4 Pole Changeover Switch, Transfer Switch များ ပါဝင်အောင် တပ်ဆင်ရမည်။ 3 Ø, 4 Wire စနစ်တွင် (၄)လိုင်းပြောင်းစနစ် (4 Pole Change) သုံးမှသာ အန္တရာယ်ကင်းရှင်းမည်ဖြစ်သည်။ လိုင်းပြောင်းခလုတ်များတွင် လူဖြင့် ပြောင်းလဲပေးရသော (Manual Transfer Switch M.T.S) နှင့် ပင်မဓာတ်အား ဖြတ်တောက်ခဲ့သော် အလိုအလျောက် လျှပ်ထုတ်စက်မောင်းနှင်ပြီး အလိုအလျောက် လိုင်းပြောင်းပေးသော (Auto Transfer Switch) တို့ ပါဝင်ပါသည်။



ပုံ (၃-၁၁) Stand-by Power System

၈။ လိုင်းခွဲစုများသို့ ဝါယာသွယ်တန်းခြင်း

Main Switch Panel ရှိ လိုင်းခွဲထိန်းခလုတ် (Feeder Breaker) မှ စက်များကို မောင်းနှင်လည်ပတ်မည့် မော်တာနှင့် အခြားလျှပ်စစ်ကိရိယာများ အစုအဝေးအနီးရှိ လိုင်းခွဲစုထိန်းခလုတ်ခုံ (Sub Distribution Switch Board) သို့ ဝါယာသွယ်တန်းရာတွင်

(က) ဝါယာသွယ်အုတ်မြောင်း (Cable Trench)

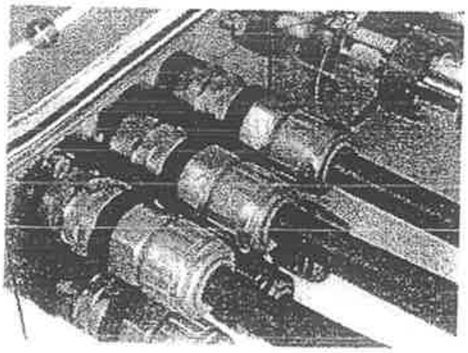
(ခ) အလုံပိတ်သတ္တုမြောင်း (Cable Trunking)

(ဂ) အဖုံးမဲ့ဝါယာတင်ဘန်း (Cable Tray)

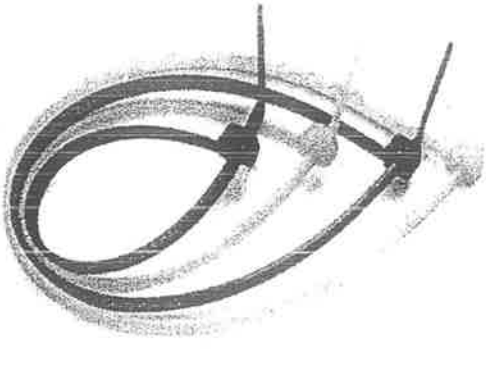
(ဃ) ဝါယာတင်လှေကား (Cable Ladder)

(င) ပြွန် (Conduit)

စသည့်နည်းလမ်းများဖြင့် လုပ်ငန်းခွင်အခြေအနေနှင့် လိုက်လျောညီထွေမှုရှိပြီး အန္တရာယ်ကင်းစွာ သက်ဆိုင်ရာနည်းလမ်း၏ သတ်မှတ်ချက်များအတိုင်း တပ်ဆင်နိုင်သည်။ တပ်ဆင်ရာတွင် ပြွန်စနစ် (Lock-nut, Cable) များတွင် (Cable Gland, Cable-Tie) စသည့် အထောက်အကူပစ္စည်းများကို နည်းစနစ်မှန်မှန် အသုံးပြုရမည်။ လိုအပ်ချက်အရ အပေါက်ဖောက်ပြီး သွယ်တန်းမှုများတွင် ကြွက်နှင့် ပိုးမွှားကောင်များ၊ ရေငွေ့များ မဝင်နိုင်အောင် Neo-Seal, Silicone Compound တို့ဖြင့် ပိတ်ပေးရမည်။



ပုံ (၃-၁၂) Cable Gland



ပုံ (၃-၁၃) Cable Tie

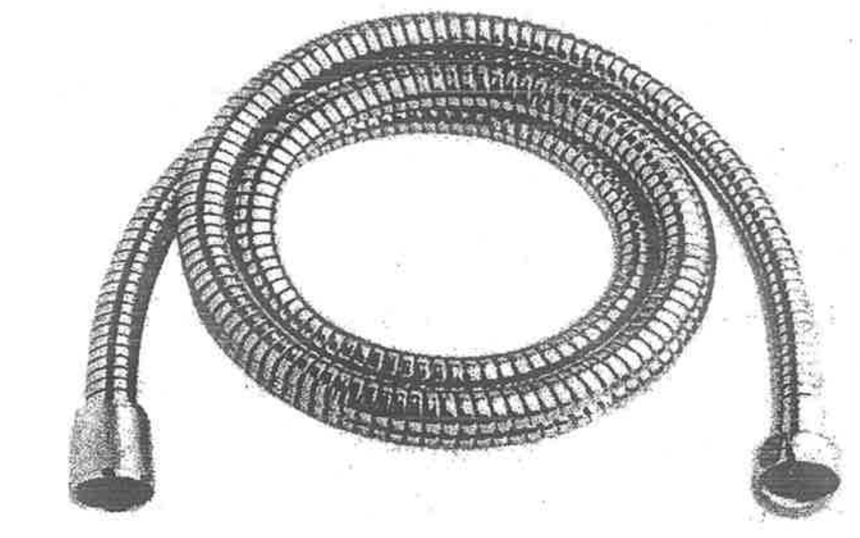
Sub Distribution Switch Board များကို စက်ရုံကြီးများ၏ ထုတ်လုပ်မှုလုပ်ငန်းခွဲများ တစ်ခုစီအတွက်နှင့် အထပ်မြင့်အဆောက်အဦကြီးများတွင် သက်ဆိုင်ရာ အထပ်တစ်ခုအတွက် ကြားခံထိန်းခလုတ်ခုံများဖြင့် တပ်ဆင်အသုံးပြုပါသည်။

၉။ စက်ကိရိယာတစ်ခုချင်းစီသို့ သွယ်တန်းခြင်း

ကြားခံထိန်းခလုတ်ခုံ (Sub Distribution Switch Board) ၏ ပတ်လမ်းခွဲမှ စက်ကိရိယာများ တစ်ခုစီကို အနီးကပ်ထိန်းချုပ်မောင်းနှင်မည့် စက်ထိန်းခလုတ်ခုံ (Machine Control Panel) သို့ ဆက်လက်သွယ်တန်းရပါသည်။ သွယ်တန်းနည်းများမှာ အထက်ဖော်ပြပါ သွယ်တန်းနည်းများထဲမှ သင့်လျော်သည့် နည်းလမ်းကို အသုံးပြုရမည်။ သွယ်တန်းရာတွင် စက်လည်ပတ်ရန် (Power Wiring) နှင့် ထိန်းချုပ်ရန် (Control Wiring)စနစ်များ ပါဝင်ပါသည်။ အသုံးပြုမည့် စက်ကိရိယာ၏ မို့အား Phase အရေအတွက်အလိုက် 3 Ø, 3 Wire, 3 Ø, 4 Wire တို့ဖြင့် သွယ်တန်းရမည်။ ထိန်းချုပ်စနစ် (Control Device) များအတွက် လိုအပ်လျှင် သီးခြား "န" ကြိုး (Neutral) တပ်ဆင်ရမည်။ သွယ်တန်းမှုတိုင်းတွင် လုံလောက်သော အရွယ်အစားရှိ မြေစိုက်ကြိုး (Green-Yellow Protection Earth Wire) မဖြစ်မနေ ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ရမည်။

စက်ထိန်းခလုတ် (Machine Control Panel) မှ မော်တာနှင့် အခြားလျှပ်စစ် ကိရိယာများဆီသို့ ဆက်လက်၍ ဝါယာသွယ်တန်းရာတွင် ပြွန်အမျိုးမျိုး (Various kind of conduit)၊ ပိုက်ပျော့အမျိုးမျိုး (Flexible Hose) တို့ဖြင့် တပ်ဆင်ပါသည်။ Conduit များတွင် P.V.C Conduit နှင့် Metal Conduit တို့ပါဝင်ပြီး Metal Conduit တွင် ပင်အထူစား (Heavy Gauge) နှင့် အပါးစား (Light Gauge) ဟု ခွဲခြားကာ လိုအပ်သလို အသုံးပြုရမည်ဖြစ်သည်။ Conduit အမျိုးမျိုးကို နံရံ၊ ကြမ်းပြင်များတွင် မြုပ်နှံ၍လည်းကောင်း၊ မျက်နှာပြင်ပေါ်တွင် ဂုတ်စီး (Saddle) ဖြင့် အထိုင်ချ၍ လည်းကောင်း တပ်ဆင်ကြပါသည်။ Conduit နှင့် မော်တာကြိုးဆက်ခုံ (Motor Terminal Block) နှင့် ကပ်လျက် (၂)ပေခန့်တွင် ပိုက်ပျော့ (Flexible Hose) ကြားခံတပ်ဆင်ရမည်။ တပ်ဆင်ရာတွင် နှစ်ဘက်ခိုင်ခံ့စေရန် ကြားဆက်အကူ Adapter ဖြင့် အသုံးပြုရမည်။ (Flexible Hose) တပ်ဆင်ရခြင်းမှာ စက်၏ တုန်ခါမှုကြောင့် သွယ်တန်းထားသည့် ဝါယာများ ပွန်းပဲ့ပျက်စီးမှုမဖြစ်အောင် ကြားခံထည့်ပေးရခြင်း ဖြစ်သည်။

လျှပ်စစ်သုံးပိုက်ပျော့များကို အလျားလိုက်၊ ကွေးနိုင်၊ ဆန့်နိုင်အောင် အတွန့်အခေါက် ကလေးများဖြင့် ဘာဂျာသဏ္ဌာန် ပုံသွင်းလောင်း ပြုလုပ်ထားပါသည်။ ပြုလုပ်ရာတွင် ရိုးရိုးပိုက်ပျော့ (P.V.C Hose) နှင့် အမာခံပါ (Corrugated Armoured) ဟူ၍ နှစ်မျိုးရှိပါသည်။ သာမန်တပ်ဆင်မှုတွင် (P.V.C Hose) ကို အသုံးပြုပြီး စက်ပစ္စည်းကိုယ်ထည် အစိတ်အပိုင်းများကြားရှိ လျှပ်စစ်ကိရိယာများအတွက် ဝါယာသွယ်တန်းရာတွင် ဝါယာကြိုးများ ထိခိုက်မှုမရှိစေရန် အမာခံအမျိုးအစားဖြင့် တပ်ဆင် ရပါသည်။



ပုံ (၃-၁၄) Flexible Hose

၁၀။ မို့အားစနစ်ကွဲပြားသောကိရိယာများပူးတွဲတပ်ဆင်အသုံးပြုခြင်း (Installation with Different Voltage Apparatus)

လျှပ်စစ်ပစ္စည်း၊ စက်ကိရိယာများသည် ထုတ်လုပ်အသုံးပြုသော နိုင်ငံများ ကွဲပြားမှုအရ ၎င်းနိုင်ငံများတွင် လက်ခံကျင့်သုံးသော မို့အားစနစ် (Voltage System) များ ခြားနားကြပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် 400/230 V စနစ်နှင့် 200/110 V စနစ်များဖြစ်သည်။

စက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံ အဆောက်အဦကြီးများတွင် အထူးပြုစွာ လိုအပ်ချက်အရ 200/110V စနစ်သုံးကိရိယာများ၊ တစ်ခါတစ်ရံတွင် ထည့်သွင်းအသုံးပြုရပါသည်။ တပ်ဆင်အသုံးပြုရမည်ဆိုလျှင် မိမိတို့ မို့အားစနစ် 400/230V မှ 200/110V စနစ်သို့ Step-down Transformer ဖြင့် မို့အားလျှော့ချ၍ အသုံးပြုရပါသည်။ အသုံးပြုမည့် စက်ကိရိယာများပြားမည်ဆိုလျှင် 3Ø Step-down Transformer ကိုပါထည့်သွင်းတပ်ဆင်ရမည်။ ၎င်းမှ ကိရိယာများဆီသို့ အဆင့်ဆင့် သွယ်တန်းရာတွင် လိုအပ်သော Main Switch Panel, Distribution Board, Wire way စသည့် တပ်ဆင်မှုများကို ကွဲပြားစွာ ခွဲခြားသိရှိရန် သီးခြား Conduit, Trunking တို့တွင် သီးခြားကိုယ်ထည်အရောင်သုတ်ကာ တပ်ဆင်ရမည်ဖြစ်သည်။

၁၁။ မီးအန္တရာယ်နှင့် လျှပ်စစ်အန္တရာယ်အကာအကွယ်စနစ်များ (Electric Hazard & Fire Protection)

လျှပ်စစ်တပ်ဆင် အသုံးပြုမှုတိုင်းတွင် လျှပ်စစ်အန္တရာယ်နှင့် မီးအန္တရာယ် အချိန်မရွေး ဖြစ်ပေါ်နိုင်ပါသည်။ စက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံ အဆောက်အဦတို့၏ အရွယ်အစား ကြီးမားလာသည်နှင့်အမျှ လျှပ်စစ်ကိရိယာများ အရေအတွက် များပြားလာကာ၊ အန္တရာယ်လည်း ပို၍ဖြစ်ပွားနိုင်ချေရှိသည်။ ထို့ကြောင့် ကောင်းမွန်သော လျှပ်ကူးကြိုးအစရှိသည့် လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများကို သတ်မှတ်ချက်နှင့်အညီ မှန်ကန်သေချာစွာ တပ်ဆင်ကာ လုပ်ငန်းခွင်ကျင့်ထုံးများနှင့်အညီ ဆင်ခြင်အသုံးပြုရမည်ဖြစ်သည်။

အန္တရာယ်မဖြစ်ပွားစေရန်အတွက်

(က) အသုံးပြုမည့် နေရာအလိုက် လိုအပ်သော အကာအကွယ်ပြုကိရိယာပစ္စည်းများ ထည့်သွင်းတပ်ဆင်အသုံးပြုရမည်။

(ခ) အကာအကွယ်ပြုကိရိယာများကို နေရာမှန်ကန်စွာ တပ်ဆင်အသုံးပြုရမည်။

(ဂ) အသုံးပြုမည့် ပစ္စည်းကိရိယာများ၏ အရည်အသွေးစံချိန်စံညွှန်း ပြည့်မီ၍ အာမခံချက် ရှိရမည်။

(ဃ) တပ်ဆင်မည့် နည်းလမ်းအလိုက် ကျင့်သုံးရမည့် နည်းစနစ် မှန်ရမည်။

(င) သမရိုးကျမဟုတ်သော စက်ကိရိယာများကို တပ်ဆင်အသုံးပြုရာတွင် ပူးတွဲပါ ညွှန်ကြားချက် (Instruction & Operation Manual) များအတိုင်း တပ်ဆင် ဆက်သွယ်အသုံးပြုခြင်း။

(စ) လုပ်ငန်းခွင်သဘာဝနှင့် တပ်ဆင်မည့် ပတ်ဝန်းကျင်အလိုက် အထူးပြုထုတ်လုပ်ထား သော ပစ္စည်းကိရိယာများကို သင့်လျော်မှန်ကန်စွာ ရွေးချယ်အသုံးပြုရမည်။

(ဆ) တပ်ဆင်မှုနှင့် အသုံးပြုမည့်ဝန်အား ဆင်ခြင်အသုံးပြုရမည်။

(ဇ) အန္တရာယ်ဖြစ်ပွားခဲ့လျှင် အလျင်အမြန်ဟန့်တားရေး အစီအစဉ်များ ထားရှိရန်၊

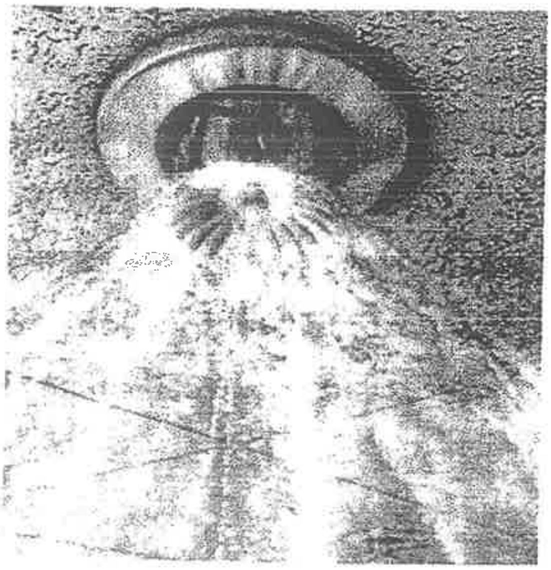
(ဈ) တပ်ဆင်မှုအားလုံးကို သက်ဆိုင်ရာ ကာလအပိုင်းအခြားအလိုက် ပုံမှန်စစ်ဆေးခြင်းနှင့် လိုအပ်လျှင် အမြန်ဆုံးလဲလှယ်အစားထိုးခြင်း။

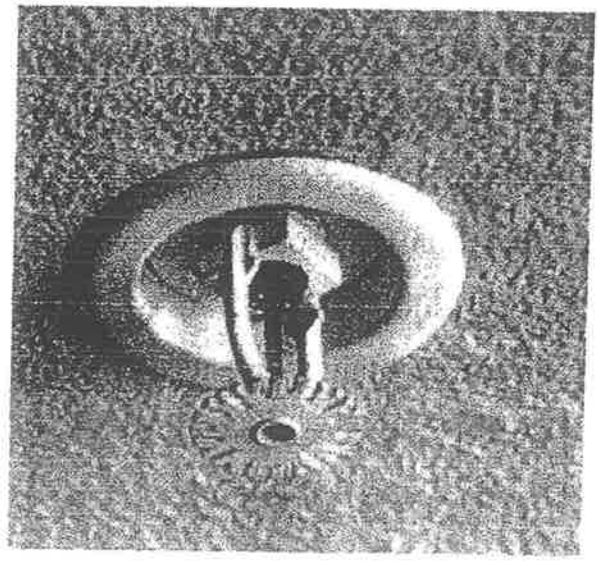
(ည) လုပ်ငန်းနေရာအလိုက် အသုံးပြုနည်း၊ ထိန်းသိမ်းနည်းနှင့် လုပ်ငန်းခွင်ဘေးအန္တရာယ် ကင်းရှင်းရေးများကို လေ့ကျင့်ပညာပေးခြင်းများ ဆောင်ရွက်ရမည့်အပြင် အဆင့်ဆင့် တာဝန်ယူကြပ်မတ်မှုများ ပြုလုပ်ရမည်။

လျှပ်စစ်ဓာတ်အား အသုံးပြုရာတွင် ဓာတ်အားဖြန့်ဖြူးမှုစနစ် တည်ငြိမ်ရန် အကာအကွယ်ပြု နှင့်ဓာတ်အားဖြတ်ကိရိယာများ မြန်ဆန်စွာ သတ်မှတ်ချက်အတိုင်း လုပ်ဆောင်ရန် (Correctly Function for Protection Device) အခြေအနေတစ်ခုကြောင့် ရုတ်ခြည်းဖြစ်ပေါ်ဝင်ရောက် လာနိုင် သည့် မြင့်မားသည့်ဗို့အားနှင့် လျှပ်စီးတို့ကို စက်ကိရိယာများအတွင်း မဝင်ရောက်နိုင်ရန် လမ်းလွှဲပေး ခြင်း၊ (Lightning Arrester, Surge Absorber) တို့အတွက် မြေဓာတ်ချစနစ် (Earthing System) သည် အခြေခံလိုအပ်ချက်တစ်ခုဖြစ်သည်။ မည်သည့်မြေဓာတ်ချနည်းလမ်းဖြင့် ဆောင်ရွက်သည်ဖြစ်စေ မြေဓာတ်ခုခံမှု (Earth Resistance) သည် အသုံးပြုမည့်နေရာအတွက် သတ်မှတ်ချက်နှင့်အညီ ကောင်းမွန်ရမည့်အပြင် ဆင့်ပွားဆက်သွယ်မှုအဆင့်ဆင့်တွင်လည်း ထိတွေ့မှုကောင်းမွန်အောင် (Electrically Continuity) တပ်ဆင်ရမည်။ လျှပ်စစ်သုံးသတ္တုကိုယ်ထည်တိုင်းကို မြေစိုက်ကြိုးဖြင့် သေချာစွာ ဆက်သွယ်ထားမှသာ အရေးကြုံလျှင် အကာအကွယ်ပြု ကိရိယာများမှတဆင့် ဓာတ်အား ပြတ်တောက်ပေးမည်ဖြစ်သည်။

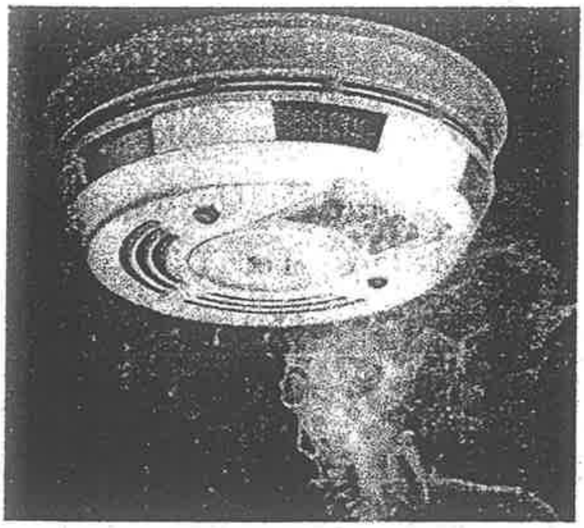
လျှပ်စစ်ပစ္စည်းကိရိယာတိုင်းသည် အသုံးပြုသည့်နေရာ ပတ်ဝန်းကျင်ရာသီဥတုအခြေအနေ၊ အသုံးပြုသည့်သက်တမ်း၊ ပတ်ဝန်းကျင်ရှိ အင်းဆက်ပိုးမွှား၊ ကြွက်များ စသည့်အကြောင်းတို့ကြောင့် လျှပ်တားမှု(Insulation) ကျဆင်းလေ့ရှိပါသည်။ လျှပ်တားကျဆင်းမှုကြောင့် ဖြစ်ပေါ်စေသည့် လျှပ်စီးယိုစီးမှု (Leakage Current) ကို ကာကွယ်ရန်၊ အသုံးပြုမည့်နေရာ၏ လိုအပ်ချက်နှင့်အညီ အထူးအကာအကွယ်ပြုကိရိယာများဖြစ်သော (Residual Current Device (R.C.D) Earth Leakage Circuit Breaker(ELCB) များကို အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ မီးလောင်လွယ်သော နေရာများတွင် အသုံးပြုမည့် လျှပ်စစ်ကိရိယာများသည် အလုံပိတ်မီးကာအမျိုးအစား (Sealed Type Flame Proof) ဖြစ်ရမည်။

အန္တရာယ်ဖြစ်ပွားလွယ်သော လုပ်ငန်းနေရာများ ချို့ယွင်းမှုဖြစ်ခဲ့လျှင် ကြီးမားသောဘေးအန္တရာယ်ရှိသော နေရာများ၊ ဘေးအန္တရာယ်ဖြစ်ပေါ်မှု လုံးဝလက်မခံနိုင်သော ပတ်ဝန်းကျင်တို့ တွင် သွယ်တန်းမည့် ဝါယာအမျိုးအစားသည် မီးတားပစ္စည်း(Fire Reterdent Cable) အမျိုးအစား ကြိုတင်သတိပေးစနစ်များ (Smoke Detector, Fire Alarm System) နှင့် အရေးပေါ်ဆက်သွယ်ရေးစနစ်များကို တပ်ဆင်ရမည်။ မီးလောင်လွယ်သော ကုန်ပစ္စည်းများကို မီးလောင်လျှင် အလိုအလျောက် ငြိမ်းသတ်နိုင်ရန် Auto Fire Extinguisher Pump, Sprinkler စသည်များကို လိုအပ်ချက်အရ တွဲဖက်တပ်ဆင်ရမည်။ လျှပ်စစ်ကိရိယာများ ငြိမ်းသတ်မီးသတ်ဆေး Carbon Tetra Chloride, C.T.C ၊ သဲအိတ်စသည့် ငြိမ်းသတ်ရေးပစ္စည်းများကို လိုအပ်သောနေရာများတွင် စီစဉ်ထားရှိရမည်။





ပုံ (၃-၁၅) Sprinkler များ



ပုံ (၃-၁၆) Smoke Detector

၁၂။ ယာယီအသုံးပြုရန်တပ်ဆင်ခြင်း (Temporay Power System)

စက်ရုံအဆောက်အဦများတွင် ယာယီဓာတ်အား အသုံးပြုရန်နှင့် လိုအပ်သည့်အခါများတွင် အသုံးပြုနိုင်ရန် ဆက်သွယ်သုံးကိရိယာ (Receptacle) များဖြစ်သော (Plug & Socket) တို့ကို အများဆုံးတပ်ဆင်အသုံးပြုကြပါသည်။ ၎င်းတို့တွင် 3 Pin, 4Pin, 5 Pin အမျိုးအစား အဖုံးအကာ (Safety Shutter) ပါ ရာသီဥတုနှင့် သာမန်ထိခိုက်မှု ဒဏ်ခံအမျိုးအစား (Industrial Type) ဖြစ်ရမည်။ 3 Ø 230 V သုံးကိရိယာများအတွက် 3 Pin 3 Ø 400 V အတွက် 4 Pin နှင့် 3 Ø 400/230 V အတွက် 5 Pin အမျိုးအစားတို့တွင် မြေစိုက်ကြိုး (Protective Earth) ထည့်သွင်းတပ်ဆင်အသုံးပြုရပါသည်။ အသုံးပြုမည့် Plug & Socket တို့ကို ထိန်းချုပ်ရန် Circuit Breaker များကိုလည်း လိုအပ်ချက်အတိုင်း တပ်ဆင်ရမည်။ ယာယီအသုံးပြုမည့် ကိရိယာသို့ ဆက်သွယ်မည့် Plug Wire သည် အထူးလျှပ်ကာအမျိုးအစားဖြင့် အသုံးပြုရမည်။

ရွှေ့ပြောင်းလုပ်ဆောင်ရန် ယာဉ်ရထားများပေါ်တွင် တပ်ဆင်ထားသော စက်ကိရိယာ (Mobile Machine) များအား ယာယီဆက်သွယ်အသုံးပြုရာတွင် တစ်ဖက်နှင့်တစ်ဖက်လိုင်းအစီအစဉ် (Phase Sequence) မတူညီဘဲ မောင်းနှင်မိလျှင် စက်များပြောင်းပြန်လည်ပတ်ပြီး ပျက်စီးမှုဖြစ်နိုင်ပါသည်။ သို့အတွက် Phase Sequence စစ်ဆေးပြီးမှသာ မောင်းနှင်လည်ပတ်မှု ပြုရမည်။ မတူညီသည့်အခါ လွယ်ကူစွာ ပြောင်းလဲအသုံးပြုနိုင်ရန် တီထွင်ထားသည့် (Phase Shifter) များကိုလည်း ခေတ်မီနေရာများတွင် အသုံးပြုကြပါသည်။

ယာယီအသုံးပြုရန် တပ်ဆင်ထားသည့် လျှပ်စစ်ကိရိယာများကို အသုံးမပြုသည့် အချိန်များတွင် ဆက်သွယ်မှုဖြတ်တောက်ခြင်း (Isolate) ဒဏ်ခံကြိုး (Fuse Element) များ ဖြုတ်ထားခြင်းများပြုလုပ်ပြီး လုံခြုံအောင် ဖုံးပိတ်ထားရမည်။

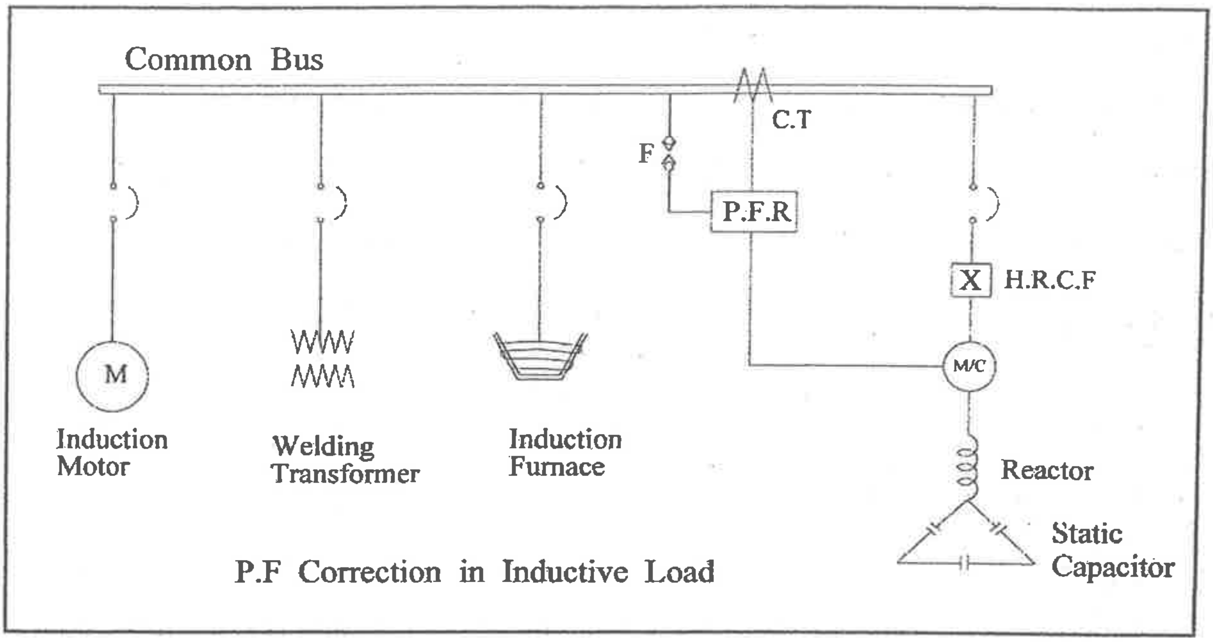
၁၃။ စွမ်းအားကိန်းပြုပြင်ခြင်း(Power Factor Correction)

စက်ရုံအလုပ်ရုံကြီးများတွင် အများဆုံးအသုံးပြုကြသော လျှပ်စစ်ကိရိယာများဖြစ်သော ညှို့မော်တာများ Induction Motor ၊ သံဂဟေဆော်စက် Welding Transformer ၊ သံရည်ကျို ကိရိယာ Induction Furnace လျှပ်စစ်မီးချောင်း၊ မာကျူရီမီးလုံး Discharge Lamp စသည့် လျှပ်ညှို့ဝန် Inductive Load များကြောင့် စွမ်းအားကိန်း Power Factor P.F ကျဆင်းလေ့ရှိသည်။ P.F ကျဆင်းမှုကြောင့် ဗို့အားကျဆင်းခြင်း၊ ဝန်လျှပ်စီးပိုမိုခြင်းများဖြစ်ပေါ် စေပြီး အသုံးပြုရာတွင် (လျှပ်စီးအားပမာဏနှင့် လျော်ညီသော လျှပ်စစ်စွမ်းအား အပြည့်အဝ မရရှိနိုင်ပါ။ ထိုအခါ မောင်းနှင်လည်ပတ်သည့် စက်များ၏စွမ်းရည်ကျဆင်းခြင်း။ ထုတ်လုပ်မှုအရည်အသွေး လျော့နည်းခြင်း၊ လျှပ်ကူးပစ္စည်းများ၏ ရှိသင့်သည့်အပူချိန်ထက် မြင့်မားလာခြင်းစသည့် ဆိုးကျိုးများ ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။ သို့အတွက် စွမ်းအားကိန်းပြုပြင်ခြင်း (P.F Correction) ပြုလုပ်ပေးရပါသည်။

စွမ်းအားကိန်းပြုပြင်ရန် ရှေးယခင်က စက်ရုံအလုပ်ရုံများ၊ ဓာတ်အားဖြန့်ဖြူးရာ နေရာများတွင် Synchronous Motor ၊ Synchronous Condenser များ တပ်ဆင်၍ P.F တိုးမြှင့်စေကာ ပြုပြင်ကြပါသည်။ ယခုအခါ Static Condenser ခေါ် Capacitor Bank များကို လိုအပ်ချက်အတိုင်း ကျယ်ပြန့်စွာ တပ်ဆင်အသုံးပြုပါသည်။ Capacitor Bank များတွင် 3Ø Capacitor Unit များကို တန်ဖိုးကိန်း kVAR Value အမျိုးမျိုးဖြင့် အတွဲလိုက်စီ တပ်ဆင်ထားပြီး၊ တဆင့်ခြင်း (Step by Step)ဖြင့် လိုင်းနှင့် ဆက်သွယ်စေခြင်းဖြင့် ကျဆင်းသွားသော P.F ကို လိုအပ်ချက်အတိုင်း မြှင့်တင်ကောင်းမွန်စေပါသည်။ တပ်ဆင်ရာတွင် အလိုအလျောက် တိကျစွာ ဆောင်ရွက်ပေးသည့် Autometic P.F Regulator A.Q.R Unit ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ခြင်းဖြင့် ပြုပြင်လုပ်ဆောင်မှု ချောမွေ့လွယ်ကူစေပါသည်။

Capacitor များ အင်အားကြီးစွာဖြင့် လိုင်းနှင့် ဆက်သွယ်မိချိန်တွင် တပ်ဆင်ထားသည့် လျှပ်စစ်သုံးမီတာ K.W.H Meter သည် လျှပ်စစ်သဘောအရ ပြောင်းပြန်လည်ပတ်နိုင်သဖြင့် မီတာများတွင် ပြောင်းပြန်လည်တားဆီးမှုစနစ် (Reversing Lock)ကို ထည့်သွင်းတည်ဆောက်ထား လေ့ရှိသည်။

Capacitor Unit များကို ဓာတ်အားလိုင်းနှင့် ဆက်သွယ်အသုံးပြုပြီး ဓာတ်အား ပြတ်တောက်ပြီးချိန်တွင် ချက်ချင်းကိုင်တွယ်မှု မပြုသင့်ပါ။ လျှပ်လှောင်သတ္တိ (Capacitance Effect) ဓာတ်အားကြွင်းကျန်မှုကြောင့် အန္တရာယ်ရှိသဖြင့် ကြွင်းကျန်လျှပ်စစ်ဖယ်ထုတ်ခြင်း (Discharge) ပြုလုပ်ပြီးမှသာ ကိုင်တွယ်သင့်ပါသည်။ ခေတ်မီ Capacitor Unit များတွင် အလိုအလျောက်ဖယ်ထုတ်ခြင်းစနစ် (Self Discharge Resistor) ပူးတွဲတပ်ဆင်ထားပါသည်။



ပုံ (၃-၁၇) Power Fector ကောင်းမွန်စေရန် Capacitor Bank တပ်ဆင်အသုံးပြုပုံ

ဆက်သွယ်ထားသောဝန်အားများ (Connected Load C.L)

ဓာတ်အားသုံးစွဲမှုများတွင် တပ်ဆင်ထားသော လျှပ်စစ်ကိရိယာများကို ဓာတ်အားဆက်သွယ်ကာ အသုံးပြုရသည်။ Connected Load ဆိုသည်မှာ အမြဲအသုံးပြုသည်ဖြစ်စေ၊ မပြုသည်ဖြစ်စေ၊ လိုအပ်ချိန်တွင် ဓာတ်အားလိုင်းနှင့် ဆက်သွယ်အသုံးပြုနိုင်ရန် ရည်ရွယ်၍ တပ်ဆင်ထားသော လျှပ်စစ်ကိရိယာများ၏ဝန်အားကို ခေါ်ပါသည်။ ၎င်းတို့ကို အစဉ်သဖြင့် တပြိုင်တည်းအသုံးပြုခြင်းမရှိပေ။ တစ်ခါတရံတွင်သာ ထူးခြားစွာရှိတတ်သည်။

အများဆုံးလိုအား (Maximum Demand, M.D)

သတ်မှတ်ထားသော အချိန်ကာလတစ်ခုအတွင်း အမြင့်ဆုံးဓာတ်အားသုံးစွဲမှုဖြစ်သည်။ အချိန်ကာလဆိုရာတွင် အခိုက်အတန့်မဟုတ်ပဲ တိကျသော ကာလ ရှိရမည်ဖြစ်သည်။

လိုအားကိန်း (Demand Factor,D.F)

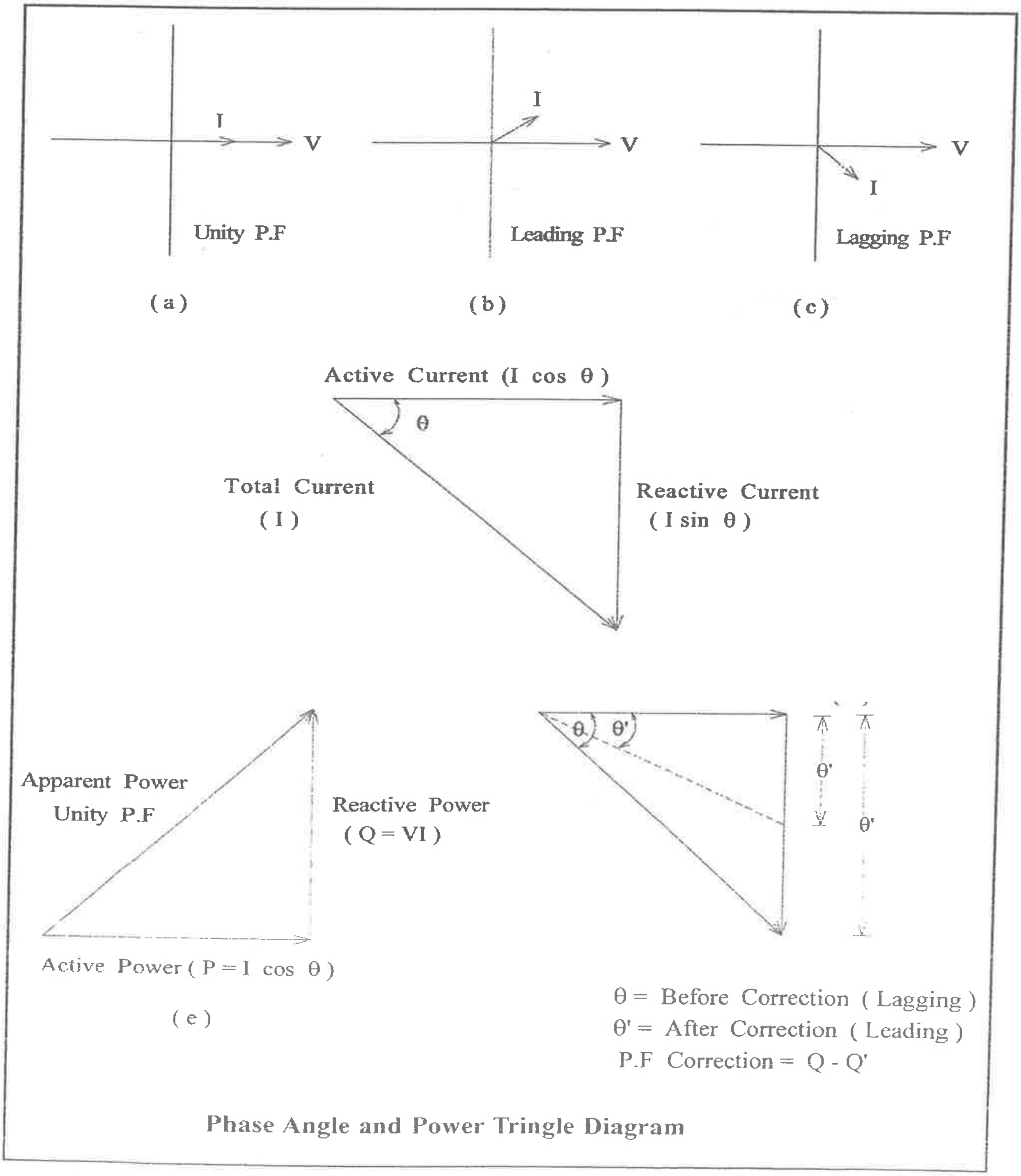
အများဆုံးလိုအား (M.D) နှင့် ဆက်သွယ်ထားသောဝန်အား(C.L) တို့၏ အချိုးကိန်းဖြစ်သည်။ ရရှိသောအချိုးသည် '၁' ထက်ငယ်သည်။ အသုံးပြုသောဝန်အားနှင့် နေရာအမျိုးအစားအလိုက် လိုအားကိန်း (D.F) ကို ခွဲခြားသတ်မှတ်လေ့ရှိသည်။ ၎င်းသတ်မှတ်ချက်မှ အများဆုံးလိုအား (M.D) ကို တွက်ချက်ရယူနိုင်သည်။

$$\text{Demand Factor} = \frac{\text{Maximum Demand}}{\text{Connected Load}}$$

အချိန်ခွဲခြားတောင်းဆိုကိန်း(Diversity Factor)

ဓာတ်အားအသုံးပြုမှု (Consumed) တစ်ခုစီ၏ အများဆုံးလိုအား (M.D) တို့ကို စုပေါင်းပြီး ၎င်းတို့အချင်းချင်း တိုက်ဆိုင်မှုအရ တောင်းဆိုသော အမြင့်မားဆုံးသော တောင်းဆိုခြင်းဖြင့် အချိုးပြု ထားခြင်းဖြစ်သည်။Diversity Factor သည် အစဉ်သဖြင့် '၁' ထက်ကြီးသည်။

$$\text{Diversity Factor} = \frac{\text{Sum of all Individual Max Demand}}{\text{Simultaneous Max Demand During a Specific Period}}$$



ပုံ(၃-၁၈) Power Factor Lagging and Leading ပြပုံ

Colour Identification of Core of Cable For Fixed Wiring

Function	Colour
Positive (Including earthing)	Green and Yellow
Phase of A.C Single Phase Circuit	Red (or) Yellow (or) Blue
Phase of A.C Single or Three Phase Circuit	Black
Phase R of 3 Phase A.C Circuit	Red
Phase Y of 3Phase A.C Circuit	Yellow
Phase B of 3 Phase A.C Circuit	Blue
Positive of D.C 2 Wire Circuit	Red
Negative of D.C 2 Wire Circuit	Black

Number Identification of Core of Cable

Function	Number
Neutral	0
Phase A	1
Phase B	2
Phase C	3
Special purpose	4

Colour Identification of Core of Flexible Cords

Number of cores	Function of core	Colour(s) of core
1	Phase	Brown
	Neutral	Blue
	Protective	Green and Yellow
2	Phase	Brown
	Neutral	Blue
3	Phase	Brown
	Neutral	Blue
	Protective	Green and Yellow
4 or 5	Phase	Brown or Black
	Neutral	Blue
	Protective	Green and Yellow

Permissible Maximum Temperature For Various Class of Insulation

Class	Maximum Temperatur (°C)
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
C	Above 180

General Guide for current carrying capacity

And voltage drop for CU/PVC Insulated cable

Ambient Temperature 30°Ccable operating Temperature 70°C

Laying method Enclosed in conduit or Trunking

Standard – BS 6004, M.S 136

Cable size	2 cable single phase(A.C)		3 or 4 cable Three (A.C)	
	Current Rating	Volt Drop	Current Rating	Volt Drop
(mm^2)	(amp)	mv/A/m	(amp)	mv/A/m
1.0	11.0	44.00	10.5	38.00
1.5	14.5	29.00	13.5	25.00
2.5	19.5	18.00	18.0	15.00
4.0	26.0	11.00	24.0	9.50
6.0	34.0	7.30	31.0	6.40
10.0	46.0	4.40	42.0	3.80
16.0	61.0	2.80	56.0	2.40
25.0	30.0	1.80	73.0	1.55
35.0	99.0	1.30	89.0	1.10
50.0	119.0	1.00	108.0	0.85
70.0	151.0	0.72	136.0	0.61

Cable size	2 cable single phase(A.C)		3 or 4 cable Three (A.C)	
	Current Rating	Volt Drop	Current Rating	Volt Drop
(mm^2)	(amp)	mv/A/m	(amp)	mv/A/m
95.0	182.0	0.56	164.0	0.48
120.0	210.0	0.47	188.0	0.41
150.0	240.0	0.41	216.0	0.36
185.0	273.0	0.37	245.0	0.32
240.0	320.0	0.33	286.0	0.29
300.0	367.0	0.31	328.0	0.27
400.0	546.0	0.29	467.0	0.25
500.0	626.0	0.28	533.0	0.25
630.0	720.0	0.27	611.0	0.24

For ambient temperature over 30°C the correction factor shall be as follow

°C	multiplier
35	0.894
40	0.87
45	0.79
50	0.71
55	0.61
60	0.5

Maximum number of conductor in conduit or Tubing

Conductor Size (mm^2)	Max: number of conductor										
	Diameter of conduit										
	mm	16	20	25	32	38	50	60	75	90	100
	inch	5/8	3/4	1	1¼	1½	2	2½	3	3	4
1		6	10	18	31	45	-	-	-	-	-
1.5		5	10	14	25	35	-	-	-	-	-
2.5		3	5	9	16	22	38	-	-	-	-
4.0		3	5	7	13	18	30	47	-	-	-
6.0		2	4	5	10	14	23	36	48	-	-
10.0		1	3	4	6	9	15	22	32	44	50
16.0		1	2	3	4	5	9	14	21	28	37
25.0		-	-	-	3	4	7	11	16	22	28
35.0		-	-	-	2	3	5	8	13	18	23
50.0		-	-	-	1	2	4	6	9	13	16
70.0		-	-	-	1	1	3	5	8	10	13
95.0		-	-	-	1	1	2	3	6	8	10
120.0		-	-	-	1	1	2	3	6	8	10
150.0		-	-	-	1	1	2	3	5	7	9
185.0		-	-	-	1	1	1	2	4	5	7
240.0		-	-	-	1	1	1	1	3	4	6
300.0		-	-	-	-	1	1	1	3	4	5
400.0		-	-	-	-	-	1	1	1	3	4
500.0		-	-	-	-	-	1	1	1	2	3

အခန်း(၄)

မြေစာတ်ချခြင်းနှင့် မိုးကြိုးလွှဲ

အကာအကွယ်ပြု မြေစာတ်ချစနစ်

မြေစာတ်ချခြင်း (Earthing or Grounding)

၁။ မြေစာတ်ချခြင်းဆိုသည်မှာ ကမ္ဘာမြေကြီးအား လျှပ်စစ်စနစ်တစ်ခုလုံး၏ ပတ်လမ်းတစ်ခု အဖြစ် အသုံးပြုရန်ဖြစ်သည်။ မြေစာတ်ချခြင်း၏ ရည်ရွယ်ချက်မှာ-

(က) လူနှင့် သက်ရှိသတ္တဝါများကို လျှပ်စစ်အန္တရာယ်ကင်းဝေးစေရန်၊

(ခ) မတော်တဆဖြစ်ပေါ်သော အပြစ်ကျလျှပ်စီး (Fault Current) ကြောင့် လျှပ်စစ် ပစ္စည်းများပျက်စီးခြင်းမှ ကာကွယ်ရန်၊

(ဂ) လျှပ်စစ်စနစ်အတွင်း တပ်ဆင်ထားသော အကာအကွယ်ပြုပစ္စည်း (Protective Device) များကို မှန်ကန်စွာ အလုပ်လုပ်စေနိုင်ရန်၊

(ဃ) လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများကို ကိုင်တွယ်အသုံးပြုရာတွင် အန္တရာယ်ကင်းစွာဆောင်ရွက်နိုင်ရန်၊

ကောင်းမွန်သောမြေစာတ်ချစနစ်

၂။ ကောင်းမွန်သော မြေစာတ်ချစနစ်တစ်ခုတွင် အောက်ဖော်ပြပါ အရည်အသွေးများရှိရန် လိုအပ် သည်-

(က) မြေစာတ်ခုခံမှု (Earth Resistance) နည်းပါးရမည်။

(ခ) မြေစိုက်လျှပ်ခေါင်း (Earth Electrode) နှင့် မြေစိုက်ကြိုး(Earth Wire) ချေးတက် စားမှု (Corrosion) နည်းပါးရမည်။

(ဂ) မြင့်မားသော လျှပ်စီးပမာဏကို မြေသို့ အချိန်တိုအတွင်း တိုက်ရိုက်ပို့နိုင်ရမည်။

မြေစာတ်ချပစ္စည်းများ၏အရည်အသွေး (Ability of Earth Material)

၃။ မြေစာတ်ချသည့် မြေစိုက်လျှပ်ငုတ် (Earth Electrode)၊ မြေစိုက်ကြိုး (Earth Wire) နှင့် အဆက်များ (Joint Connection) တို့သည် ခုခံမှု (Resistance) နည်းခြင်း၊ ချေးတက်စားမှု (Corrosion) နည်းပါးခြင်းနှင့် တာရှည်ခိုင်ခံ့ခြင်း စသည့် အရည်အသွေးများရှိရန် လိုအပ်ပါသည်။

မြေစိုက်လျှပ်ငုတ်အဖြစ် ကြေးနီကို လျှပ်ကူးမှုကောင်းသဖြင့် ခုခံမှုလျော့နည်းသောကြောင့် အသုံးပြုရန် အသင့်တော်ဆုံးဖြစ်သည်။

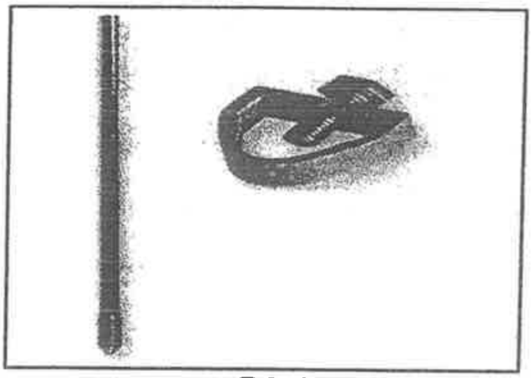
မြေစာတ်ချနည်းများ

၄။ မြေကြီးအတွင်း မြှုပ်နှံထားသော မြေစာတ်ချပစ္စည်းများ၏ ပုံသဏ္ဌာန်ကို လိုက်၍-

(က) **မြေစိုက်ချောင်း (Earth Rod) အသုံးပြု၍ မြေစာတ်ချခြင်း**

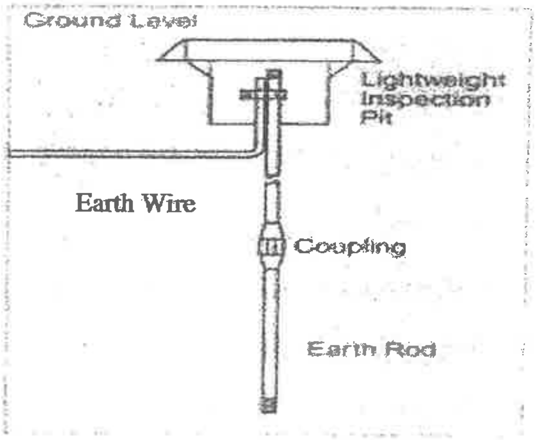
မြေစိုက်ကျင်းပြုလုပ်ရန် နေရာရွေးချယ်ပြီးပါကမြေစိုက်ချောင်း(Earth Rod) များကို မြေကြီးအတွင်းသို့ စိုက်သွင်း၍ မြေစာတ်ချခြင်းဖြစ်သည်။ မြေကြီး၏ လျှပ်ခံ (Soil Resistivity) သည် မြေနက်ပိုင်းသို့ရောက်လေ ခုခံမှုနည်းလေဖြစ်သဖြင့် (Earth

Rod) များကို အဆက် (Coupling) များ အသုံးပြု၍ မြေကြီးအတွင်းသို့ နက်ရှိုင်းစွာ ရိုက်သွင်းခြင်းဖြင့် လိုအပ်သော မြေဓာတ်ခုခံမှုကို ရရှိစေပါသည်။ မြေစိုက်ချောင်းများကို မြေကြီးအတွင်းသို့ နက်ရှိုင်းစွာ ရိုက်သွင်းရန်အတွက် ခက်ခဲသော မြေနေရာဖြစ်ပါက မြေစိုက်ကျင်းများများ တူး၍ ပြုလုပ်နိုင်ပါသည်။ ထိုသို့ ပြုလုပ်ရာတွင် မြေစိုက်ကျင်းတစ်ခုနှင့် တစ်ခုအကြား (၁၀) ပေခန့် ကွာဝေးရပါမည်။ မြေဓာတ်ခုခံမှုသည် 2 Ω နှင့်အောက်ရရှိပါက ကောင်းမွန်သော မြေဓာတ်ချ ခြင်းဖြစ်ပါသည်။

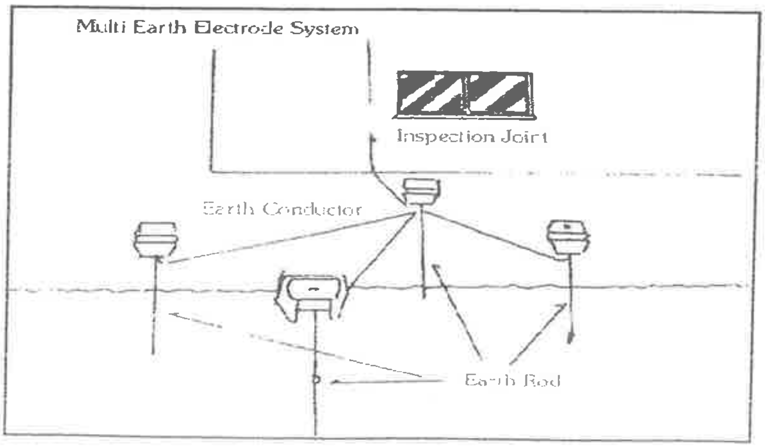


ပုံ (၄-၁) မြေစိုက်ချောင်း

Deep Griven Earth Electrode



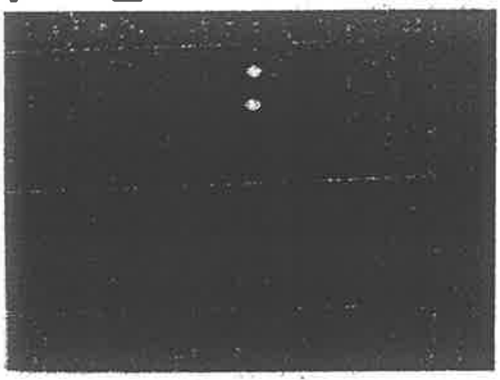
ပုံ (၄-၂) မြေစိုက်ချောင်းများကို အဆက် (Coupling) အသုံးပြု၍ မြေကြီးတွင် နက်ရှိုင်းစွာ တပ်ဆင်ပုံ



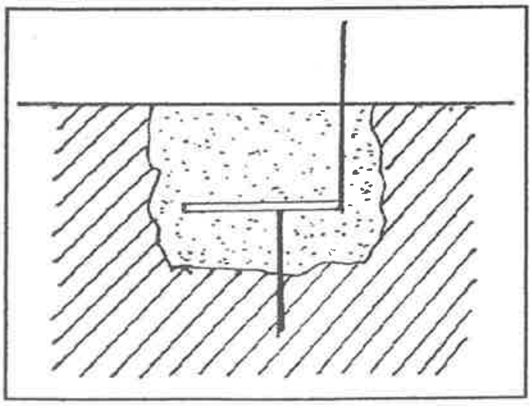
ပုံ (၄-၃) မြေစိုက်ကျင်းများများတူး၍ လုံလောက်သော ခုခံမှုရရှိစေရန် မြေဓာတ်ချပုံ

(ခ) မြေမြှုပ်ပြား (Earth Plate) အသုံးပြုခြင်း

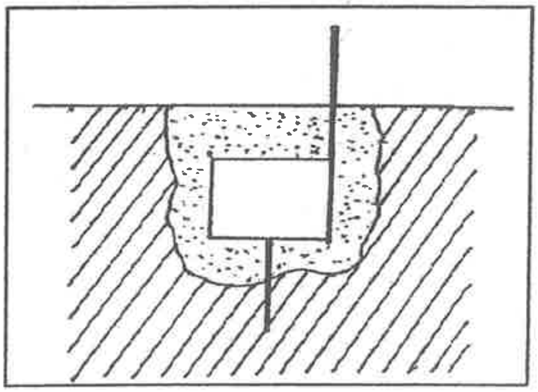
မြေမြှုပ်ပြား (Burried Plate) များကို မြေကြီးအတွင်းသို့ မြှုပ်၍ မြေဓာတ်ချခြင်း ဖြစ်သည်။ ထိုသို့ မြှုပ်နှံရာတွင် မြေအောက်အနက်(၄)ပေခန့်တွင် မြေမြှုပ်ပြားများကို ဒေါင်လိုက်(သို့)အပြားလိုက် မြှုပ်နှံခြင်းဖြစ်သည်။လက်တွေ့နည်းများတွင် ဒေါင်လိုက် မြှုပ်နှံခြင်းသည် အပြားလိုက်မြှုပ်နှံခြင်းထက် မြေဓာတ်ခုခံမှုနည်းသဖြင့် ဒေါင်လိုက် မြှုပ်နှံမှုများကိုသာ ဆောင်ရွက်လာကြသည်။ မြေမြှုပ်ပြားဖြင့် မြေစိုက်ကျင်းပြုလုပ် ရာတွင် မြေမြှုပ်ပြားအများအပြား အသုံးပြုခြင်းဖြင့် လိုအပ်သော မြေဓာတ်ခုခံမှုကို ရရှိစေနိုင်ပါသည်။



ပုံ (၄-၄) မြေမြှုပ်ပြား



ပုံ (၄-၅) အပြားလိုက်မြှုပ်ခြင်း



ပုံ(၄-၆) ထောင်လိုက်မြှုပ်ခြင်း

(ဂ) မြေစိုက်ကြိုးတပ်ဆင်အသုံးပြုပုံနှင့် မြေဓာတ်ခုခံမှု

လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ထုတ်လုပ်ခြင်း၊ ပို့လွှတ်ခြင်း၊ ဖြန့်ဖြူးခြင်းနှင့် အသုံးပြုခြင်းစနစ် များတွင် မြေစိုက်ကြိုးတပ်ဆင်အသုံးပြုပုံမှာ-

(ကက) လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများ၏ သံ၊ သတ္တုကိုယ်ထည်များတွင် တပ်ဆင်ခြင်း၊(လူများ လျှပ်စစ်အန္တရာယ်ကင်းဝေးစေရန် ဖြစ်ပါသည်။)

(ခခ) လျှပ်ထုတ်စက် (Generator) ၊ လျှပ်တာပြောင်း (Transformer) များ၏ (Neutral Point) "န" ချက်တွင် တပ်ဆင်ခြင်း၊ (လျှပ်စစ်စနစ်ကို အကာအကွယ်ပြုရန်နှင့် လျှပ်စစ်အန္တရာယ် ကျရောက်မှုမရှိစေရန်)

(ဂဂ) အထပ်မြင့်အဆောက်အဦးများ၊ ဓာတ်အားခွဲရုံများရှိ မိုးကြိုးလွှဲ (Lightning Arrestor) များတွင် တပ်ဆင်ခြင်း (မိုးကြိုးပစ်ခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသော လျှပ်စစ်ဘေးအန္တရာယ်မှ ကာကွယ်ရန်) တို့ ဖြစ်သည်။

လျှပ်စစ်ဥပဒေဆိုင်ရာ လုပ်ထုံးလုပ်နည်းများအရ ကိုယ်ထည်မြေဓာတ်ခုခံမှုကို အောက်ပါအတိုင်းသတ်မှတ်သည်-

(ကက) လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများ၏ ကိုယ်ထည်မြေဓာတ်ခုခံမှုမှာ ၂-အုမ်းထက် မများရ၊

(ခခ) ထရန်စဖော်မာ Neutral Point ၏ မြေဓာတ်ခုခံမှုမှာ ၂-အုမ်းထက် မပိုရ၊

(ဂဂ) မိုးကြိုးလွှဲစနစ်များ၏ မြေဓာတ်ခုခံမှုမှာ ၁၀-အုမ်းထက် မပိုရ၊

"န" ချက်ကို မြေဓာတ်ချရာတွင် အသုံးပြုသော လျှပ်ဟန့်တားမှု အမျိုးအစားနှင့် ပမာဏ

၅။ မြေဓာတ်ချရာတွင် အသုံးပြုသော လျှပ်ဟန့်တားမှုအမျိုးအစားနှင့် ပမာဏတို့အပေါ်မူတည်၍ အဓိကအားဖြင့် အောက်ပါအတိုင်း (၃)မျိုးရှိသော်လည်း အသုံးအများဆုံးမှာ တိုက်ရိုက်မြေချ "န"ကြိုးစနစ်ဖြစ်ပါသည်-

(က) လျှပ်တားခံ "န"ကြိုးစနစ် (Resistacnce Neutral Grounding System)

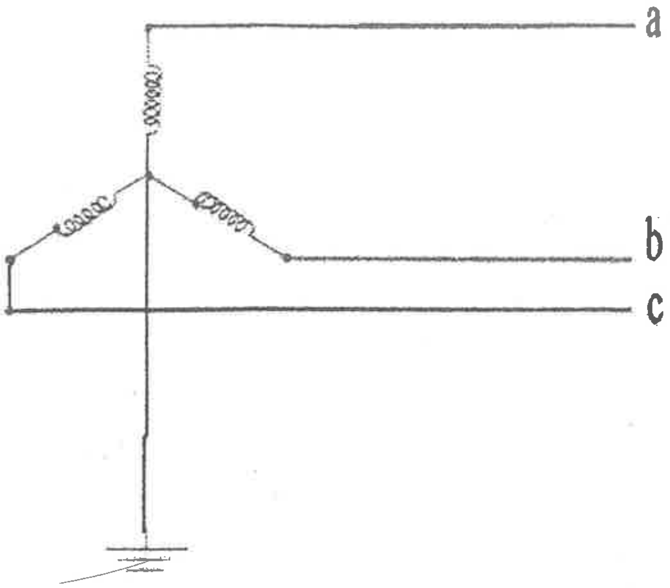
(ခ) လျှပ်တုံ့ခံ "န"ကြိုးစနစ် (Reactance Neutral Grounding System)

(ဂ) တိုက်ရိုက်မြေချ"န"ကြိုးစနစ် (Solid Neutral Grounding System)

***(ဂ) တိုက်ရိုက်မြေချ "န" ကြိုးစနစ် (Solid Neutral Grounding System)**

ယင်းစနစ်တွင် လျှပ်ထုတ်စက် (သို့မဟုတ်) လျှပ်တာပြောင်းတစ်ခု၏ "န"ကြိုးကို တိုက်ရိုက်မြေဓာတ်ချထားပါသည်။

တိုက်ရိုက်မြေဓာတ်စနစ်ကို အသုံးပြုရခြင်းမှာ အပြစ်ကျရောက်လျှင် အကာအကွယ်ပြုရာ၌ သေချာစေရန်အတွက် ကျင့်သုံးခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ၎င်းစနစ်သည် ရိုးစင်း၍ အကုန်အကျသက်သာပြီး အပိုကိရိယာများ မလိုအပ်သည့်အပြင် လှည့်ပတ်လျှပ်စီး (Circulating Current) အလွန်နည်းပါးသည့်အတွက် စကားပြောကြေးနန်း (Telecommunication System) တွင်လည်း နှောက်ယှက်မှုနည်းပါးပါသည်။ ထို့ကြောင့် ယခုအခါ တိုက်ရိုက်မြေဓာတ်စနစ်ကို Operating Voltage အားလုံးတွင် တွင်ကျယ်စွာ အသုံးပြုနေကြပါသည်။



ပုံ (၄-၇) တိုက်ရိုက်မြေချ "န" ကြိုးစနစ်ဖြင့် မြေဓာတ်ချပုံ

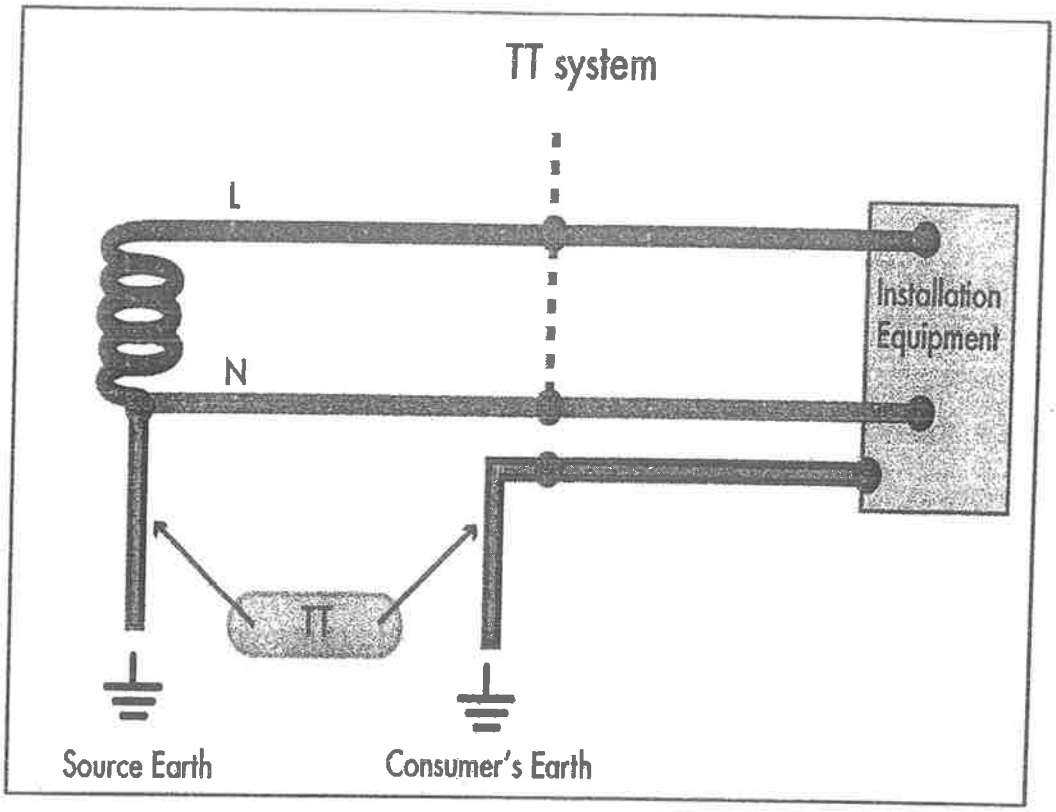
ဓာတ်အားစနစ်၏ အနိမ့်စားဗို့အားဓာတ်အားဖြန့်ဖြူးခြင်းနှင့် အသုံးပြုခြင်းလုပ်ငန်းများတွင် အသုံးပြုသည့်မြေဓာတ်ချစနစ်များ

၆။ ဓာတ်အားစနစ်၏ အနိမ့်စားဗို့အား ဖြန့်ဖြူးမှုစတင်ရာ အရင်းဘက်တွင် မြေဓာတ်ချ အသုံးပြုမှုပေါ် အခြေခံ၍ ဖော်ပြပါအတိုင်း ခွဲခြားနိုင်သည်-

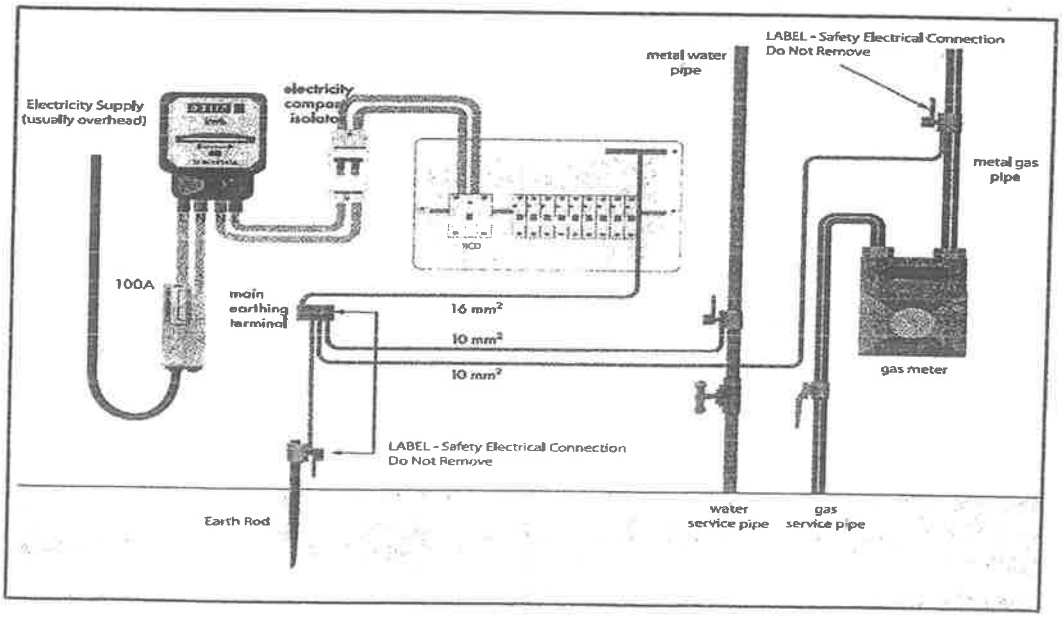
- TT စနစ်
- IT စနစ်
- TN စနစ် (TN စနစ်တွင် TN-S, TN-C-S, TN-C စနစ်များ ပါဝင်ပါသည်။)

၎င်းစနစ်များအနက် TT စနစ်နှင့် TN-S စနစ်မှာ မြန်မာနိုင်ငံ၌ အသုံးပြုလျက်ရှိပါသည်။

(က) **သီးခြားမြေဓာတ်ချစနစ် (TT)** ဆိုသည်မှာ ဓာတ်အားစနစ်၏ ဓာတ်အားဖြန့်ဖြူးမှုစတင်ရာရှိ Neutral နှင့် ကိုယ်ထည်မြေစိုက်ကြိုးကို သီးခြားမြေဓာတ်ချပေးရမည်။ ဓာတ်အားအသုံးပြုသူ၏ ပိုင်နက်နေရာတွင်လည်း လျှပ်စစ်သုံးသတ္တုကိုယ်ထည်များကို သီးခြားမြေဓာတ်ချ အသုံးပြုသောစနစ်ဖြစ်သည်၊ (Neutral နှင့် ကိုယ်ထည်မြေစိုက်ကြိုးအား ပေါင်းစပ်၍ အသုံးမပြုရပါ။) မြို့၊ ကျေးရွာ၊ ရပ်ကွက်များ (Residential) တို့တွင် ဓာတ်အားဖြန့်ဖြူးမှုများ၌ ထရန်စဖော်မာတွင် သီးသန့်မြေဓာတ်ချ၍ သုံးစွဲသည့်အပိုင်းတွင်လည်း သီးခြားစီမြေဓာတ်ချသော စနစ်ဖြစ်ပြီး လက်ရှိအသုံးအများဆုံး မြေဓာတ်ချစနစ်ဖြစ်ပါသည်။



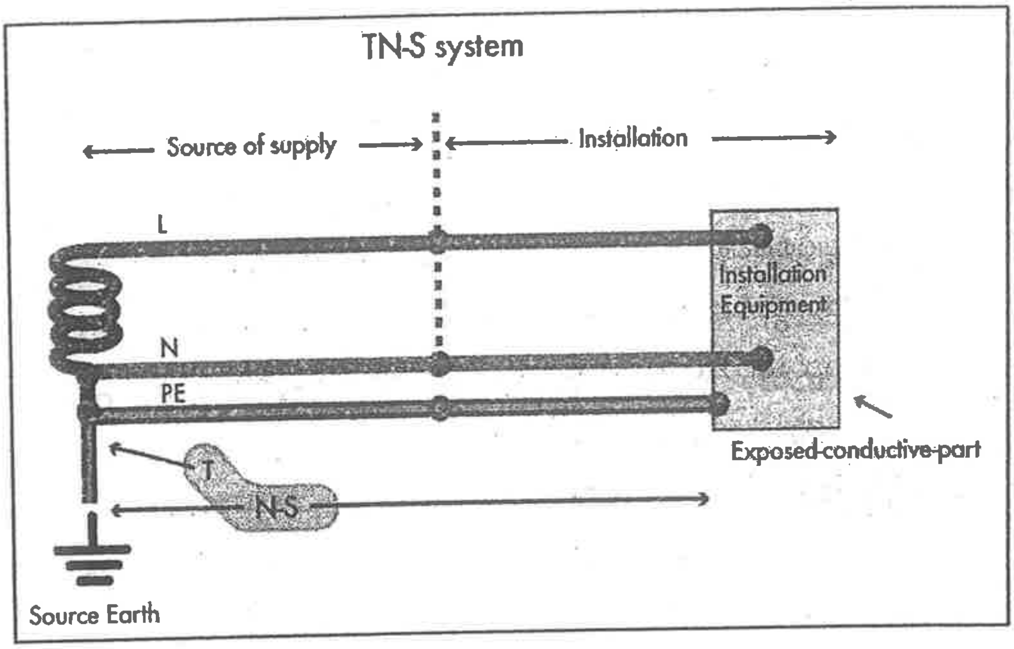
ပုံ (၄-၈) TT System



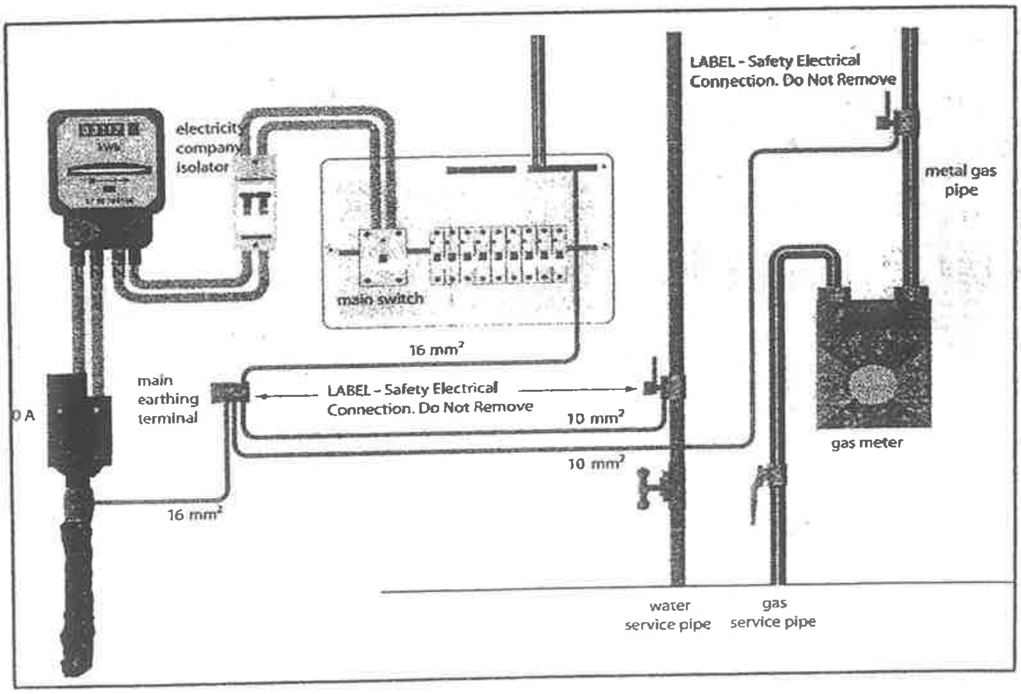
ပုံ (၄-၉) TT System ဖြင့် အဆောက်အဦတွင် လက်တွေ့တပ်ဆင်ပုံ

(ခ) **TN-S စနစ်** ဆိုသည်မှာ ဓာတ်အားစနစ်၏ ဖြန့်ဖြူးမှုစတင်ရာ အရင်းဘက် Neutral နှင့် ကိုယ်ထည်မြေစိုက်ကြိုး (Protective Earth) ကို ပူးပေါင်းမြေဓာတ်ချ၍ မြေစိုက်ကြိုးကို ဓာတ်အားဖြန့်ဖြူးရာ လိုင်းတစ်လျှောက်တွင် Neutral နှင့် Protective ကြိုးများကို သီးခြားသွယ်တန်းကာ ဓာတ်အားအသုံးပြုသူ၏ ပိုင်နက်နေရာတွင် အဆိုပါမြေစိုက်ကြိုးကို လျှပ်စစ်သုံးသတ္တုကိုယ်ထည်များနှင့် ဆက်သွယ်အသုံးပြုသည့်စနစ်ဖြစ်သည်။

ငှင်းစနစ်အား စက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံများ (Industrial Area)၊ Shopping Mall များ၊ Condominium များတွင် ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်အသုံးပြုလျက်ရှိပါသည်။



ပုံ (၄-၁၀) TN-S System



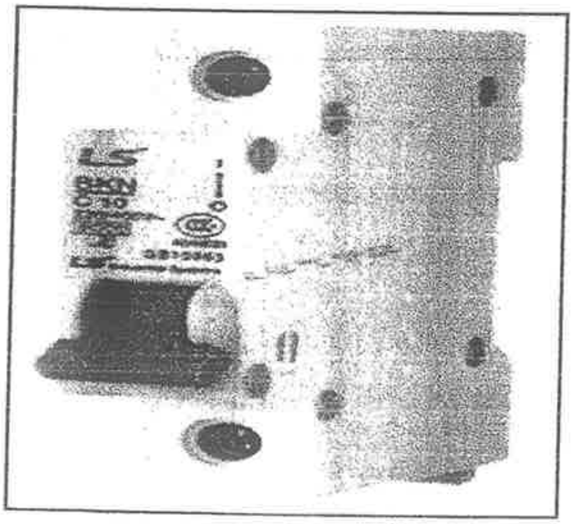
ပုံ (၄-၁၁) TN-S System ဖြင့် အဆောက်အဦတွင် လက်တွေ့တပ်ဆင်ပုံ

ဗို့အားနိမ့်ပတ်လမ်းဖြတ်ကိရိယာများ(Circuit Breakers)

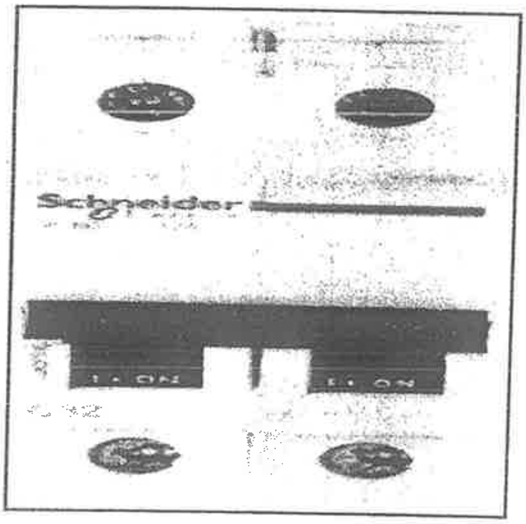
၇။ လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခု အတွင်းတွင် စီးဆင်းနေသော လျှပ်စီးပမာဏသည် Circuit Breakers များ၏ သတ်မှတ်လျှပ်စီး (Rated Current) ထက်ကျော်လွန်ပါကလျှပ်စီးပတ်လမ်းကို အလိုအလျောက် ဖြတ်တောက်ပေးပါသည်။ အသေးစားပတ်လမ်းဖြတ်ကိရိယာ (MCB - Miniature Circuit Breaker) နှင့် ပုံသွင်းသေတ္တာအတွင်း ထည့်သွင်းထားသည့် ပတ်လမ်းဖြတ်ကိရိယာ (MCCB- Moulded Case Circuit Breaker) များကိုအများဆုံးအသုံးပြုကြသည်။

(က) MCB (Miniature Circuit Breaker)

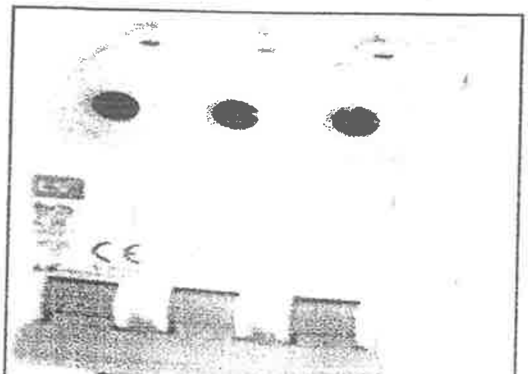
MCB တွင်လျှပ်စီးကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သော အပူဓာတ်ကို အခြေခံ၍ လျှပ်စီးပတ်လမ်းကို အလိုအလျောက်ဖြတ်တောက်စနစ် (Thermal Over Load Trip) နှင့် လျှပ်စစ်သံလိုက်ကို အခြေခံ၍ လျှပ်စီးပတ်လမ်းကိုဖြတ်တောက်သော (Electromagnetic Over Load Trip) စနစ်နှစ်မျိုး ပါဝင်သည်။ လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်း ဝန်ပိုသုံးခြင်း (Over Load) နှင့် လျှပ်စီးပတ်လမ်းတို (Short Circuit) ဖြစ်ခြင်းတို့ကြောင့် လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများ ပျက်စီးခြင်း၊ မီးလောင်ဆုံးရှုံးခြင်းများ မဖြစ်စေရန် အဓိက ကာကွယ်ပေးပါသည်။ MCB ကို လျှပ်စစ်ပတ်လမ်း၏ ပင်မမိန်းခလုတ်အဖြစ်လည်းကောင်း၊ ပတ်လမ်းခွဲမိန်းခလုတ်အဖြစ်လည်းကောင်း တပ်ဆင်အသုံးပြုနိုင်သည်။ ဖြတ်တောက်လိုသော လျှပ်စီး (Trip Current) ကို ချိန်ညှိ၍မရ။ တစ်လိုင်းဖြတ် (1Pole)၊ နှစ်လိုင်းဖြတ်(2Pole) ၊ သုံးလိုင်းဖြတ်(3Pole)၊ လေးလိုင်းဖြတ် (4Pole) ဟူ၍ ထုတ်လုပ်ကြပြီး သတ်မှတ်လျှပ်စီး (Rated Current) မှာ 6A မှ 100A အထိ ရှိသည်။



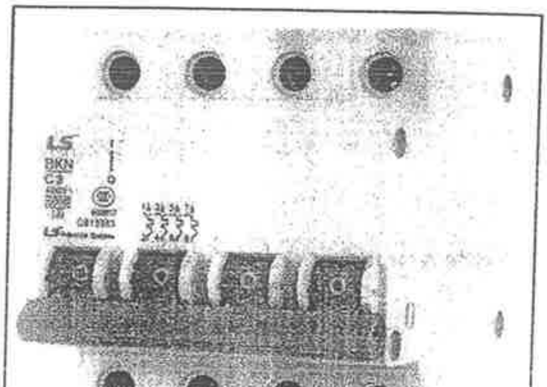
ပုံ (၄-၁၂) 1 Pole, 10 A, MCB



ပုံ (၄-၁၃) 2 Pole, 32 A, MCB



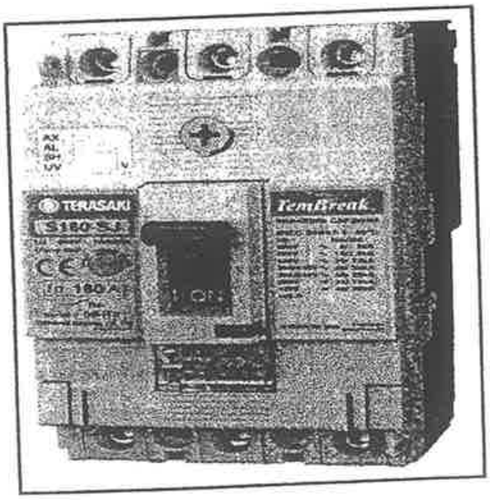
ပုံ (၄-၁၄) 3 Pole, 32 A, MCB



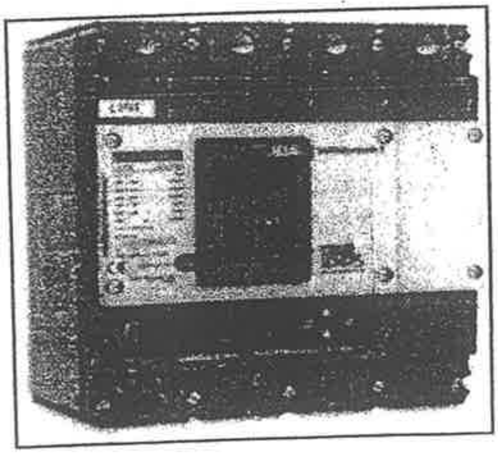
ပုံ (၄-၁၅) 4 Pole, 32 A, MCB

(ခ) MCCB (Moulded Case Circuit Breaker)

လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခုအတွင်း စီးဆင်းနေသော လျှပ်စီးကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သော အပူဓာတ်ကို အခြေခံ၍ လျှပ်စီးပတ်လမ်းကို အလိုအလျောက်ဖြတ်တောက်ခြင်း (Thermal Over Load Trip) စနစ်နှင့် သံလိုက်ကို အခြေခံ၍ လျှပ်စီးပတ်လမ်းကို ဖြတ်တောက်ခြင်း (Electromagnetic Over Load Trip) စနစ်နှစ်မျိုးလုံး MCCB တွင် ပါဝင်သည်။ လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်း ဝန်ပိုသုံးခြင်း (Over Load) နှင့် လျှပ်စီးပတ်လမ်းတို (Short Circuit) ဖြစ်ခြင်းတို့ကြောင့် လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများ ပျက်စီးခြင်း၊ မီးလောင်ဆုံးရှုံးခြင်းများ မဖြစ်စေရန် အဓိက ကာကွယ်ပေးပါသည်။ MCCB ကို လျှပ်စစ်ပတ်လမ်း၏ ပင်မမိန်းခလုတ်အဖြစ်လည်းကောင်း၊ ပတ်လမ်းခွဲ မိန်းခလုတ်အဖြစ်လည်းကောင်း တပ်ဆင်အသုံးပြုနိုင်သည်။ ဖြတ်တောက်လိုသော လျှပ်စီးပမာဏ (Trip Current) ကို ချိန်ညှိနိုင်သည်။ နှစ်လိုင်းဖြတ် (2 Pole) ၊ သုံးလိုင်းဖြတ် (3 Pole)၊ လေးလိုင်းဖြတ် (4 Pole) ဟူ၍ ထုတ်လုပ်ကြပြီး သတ်မှတ်လျှပ်စီး (Rated Current) မှာ 10 A မှ 2500 A အထိ ရှိသည်။ မြန်မာနိုင်ငံ၌ သတ်မှတ်လျှပ်စီး 1200 A အထိ အများဆုံးအသုံးပြုသည်ကို တွေ့ရသည်။



ပုံ (၄-၁၆) 3 Pole, 160 A,



ပုံ (၄-၁၇) 4 Pole, 63 A, MCCB

လျှပ်စီးယိုစီးမှုအကာအကွယ်ပြုကိရိယာများ (ELCB/ RCD/RCCB/RCBO)

၈။ MCB နှင့် MCCB တို့သည် လျှပ်စီးပမာဏလွန်ကဲခြင်းကြောင့် လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများ ပျက်စီးခြင်း၊ မီးလောင်ဆုံးရှုံးခြင်းစသည့် လျှပ်စစ်အန္တရာယ်များကိုသာ ကာကွယ်ပေးနိုင်ပြီး လျှပ်စီးယိုစီးခြင်းကြောင့် လူနှင့်တိရိစ္ဆာန်များ အသက်ဆုံးရှုံးသည့် အန္တရာယ်ကို ကာကွယ်မပေးနိုင်ပါ။ ထို့ကြောင့် လူနှင့် တိရိစ္ဆာန်တို့၏ အသက်ကို ကာကွယ်ပေးနိုင်ရန်အတွက် လျှပ်စစ်ပတ်လမ်းများတွင် MCB၊ MCCB တို့နှင့်အတူ လျှပ်စစ်ယိုစီးပါက အလိုအလျောက် လျှပ်စီးပတ်လမ်းကို ဖြတ်တောက်နိုင်သော ကိရိယာများဖြစ်သည့် RCD/ RCCB /ELCB တို့ကို တွဲဖက်တပ်ဆင်ခြင်းဖြစ်ပါသည်။ RCD/ RCCB /ELCB တို့သည် နှစ်လိုင်းဖြတ် (2Pole)၊ လေးလိုင်းဖြတ် (4Pole) စသည်ဖြင့်

ရှိကြပြီး သတ်မှတ်လျှပ်စီး(Rated Current 16A~125A) နှင့် သတ်မှတ်ယိုစီးလျှပ်စီး (Rated Sensitive Current 10mA ~ 500mA) စသည်ဖြင့် ထုတ်လုပ်ကြပါသည်။ RCD/ RCCB /ELCB တို့အသုံးပြုပုံနမူနာမှာ-

(က) နေအိမ်အဆောက်အဦများ၏ Main Distribution Board တွင် MCB/MCCB တို့နှင့် Series ဆက်ပြီး တပ်ဆင်ခြင်း ၊

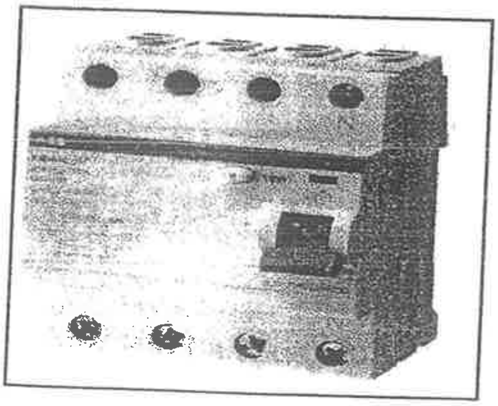
(ခ) ရေချိုးခန်းသုံး Water Heater အတွက် လျှပ်စစ်ယိုစီး၍ ဓာတ်လိုက်ခြင်းမှ ကာကွယ်ရန် လိုင်းခွဲအကာအကွယ်အဖြစ် တပ်ဆင်ခြင်း၊

(ဂ) Pump Motor &Water Boiler များတွင်ကိုယ်ထည်သို့ လျှပ်စစ်ယိုစီး၍ ဓာတ်လိုက်ခြင်းမှ ကာကွယ်ရန် လိုင်းခွဲအကာအကွယ်အဖြစ် တပ်ဆင်ခြင်း၊

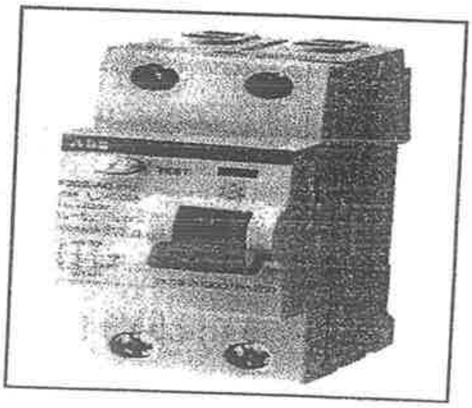
(ဃ) မီးဖိုချောင်သုံးပစ္စည်းများတွင် ကိုယ်ထည်သို့ လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ယိုစီးပြီး ဓာတ်လိုက်ခြင်းမှ ကာကွယ်ရန် လိုင်းခွဲအကာအကွယ်အဖြစ်တပ်ဆင်ခြင်း၊

(င) နေအိမ်အဆောက်အဦများ၏ Lighting & Power Socket များအတွက် လိုင်းခွဲအကာအကွယ်ပြုကိရိယာအဖြစ် တပ်ဆင်ခြင်း၊

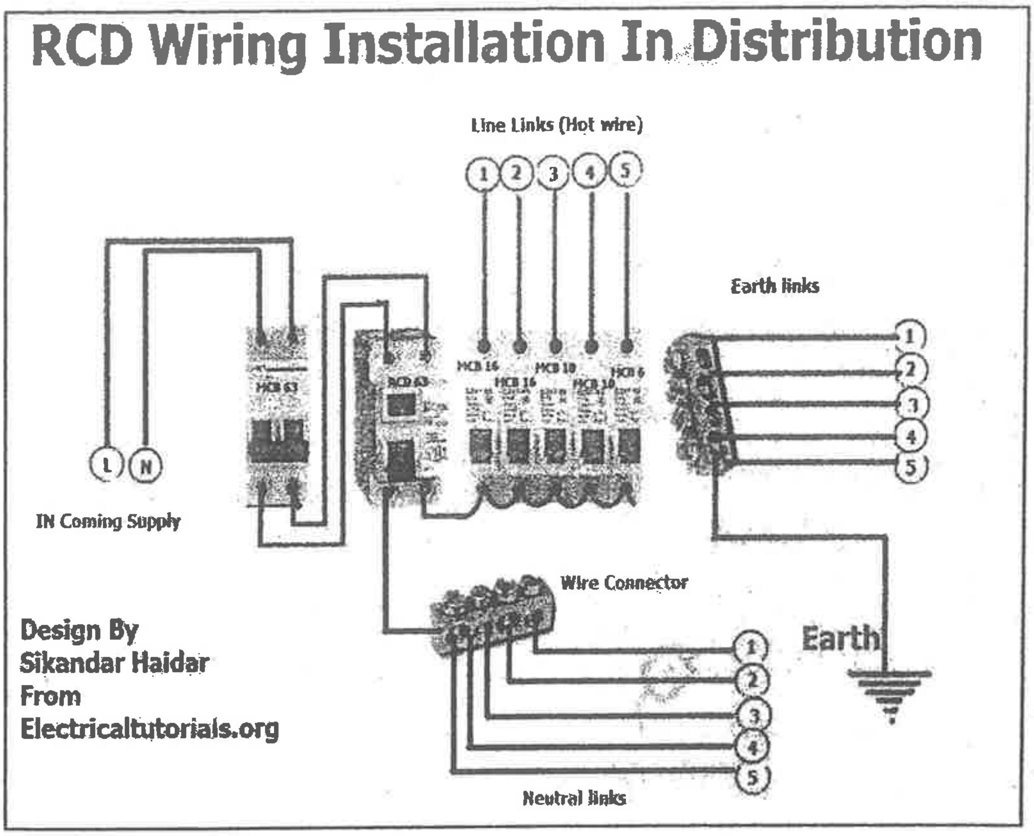
(စ) သံ၊ သတ္တုကိုယ်ထည် အဆောက်အဦများ၊ စက်ပစ္စည်းများတွင် လျှပ်စစ်ယိုစီး၍ ဓာတ်လိုက်ခြင်းမှ ကာကွယ်ရန် လိုင်းခွဲအကာအကွယ်ပြုကိရိယာအဖြစ် တပ်ဆင်ခြင်း တို့ဖြစ်ပါသည်။



ပုံ (၄-၁၈) 2 P, 25A, I∆n 30mA, RCD



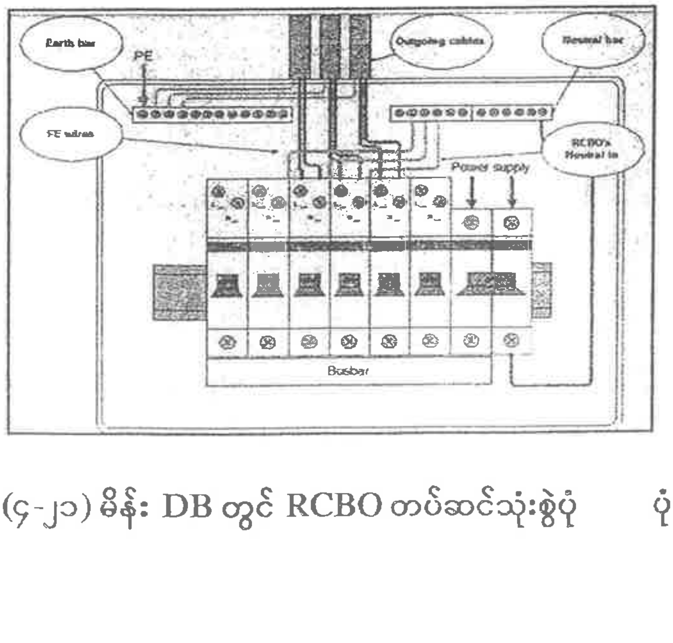
ပုံ (၄-၁၉) 4P, 25A, I∆n 30mA, RCCB



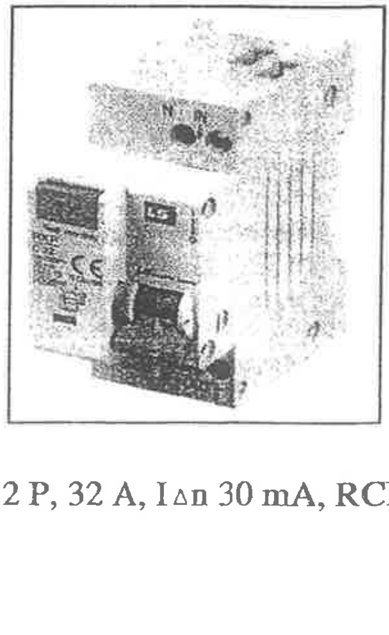
ပုံ (၄-၂၀) 2 P, 25 A, IΔn 30 mA, RCD အား MCB , 2P, 63A နှင့်တွဲ၍ တပ်ဆင်ပုံ

RCBO (Residual Current Circuit Breaker with Overload)

၉။ MCB, MCCB နှင့် RCD/RCCB/ELCB တို့၏ လုပ်ဆောင်ပုံ (Functions) များကို RCBO တွင် တစ်စုတည်းပါဝင်စေရန် ထည့်သွင်းထားသည်။ ထို့ကြောင့် RCBO သည် လျှပ်စစ်ယိုစီး၍ ဓာတ်လိုက်ခြင်း၊ လျှပ်စီးလွန်ကဲမှုကြောင့် လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများ ပျက်စီးခြင်းနှင့် မီးလောင်ဆုံးရှုံးခြင်းများကို အကာအကွယ်ပေးသည်။ လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် RCBO တပ်ဆင်ပါက MCB, MCCB တို့ကဲ့သို့ တပ်ဆင်ရသည်။



ပုံ (၄-၂၁) မိန်း DB တွင် RCBO တပ်ဆင်သုံးစွဲပုံ



ပုံ (၄-၂၂) 2 P, 32 A, IΔn 30 mA, RCBO

မိုးကြိုးလွှဲ (Lightning Arrestor)

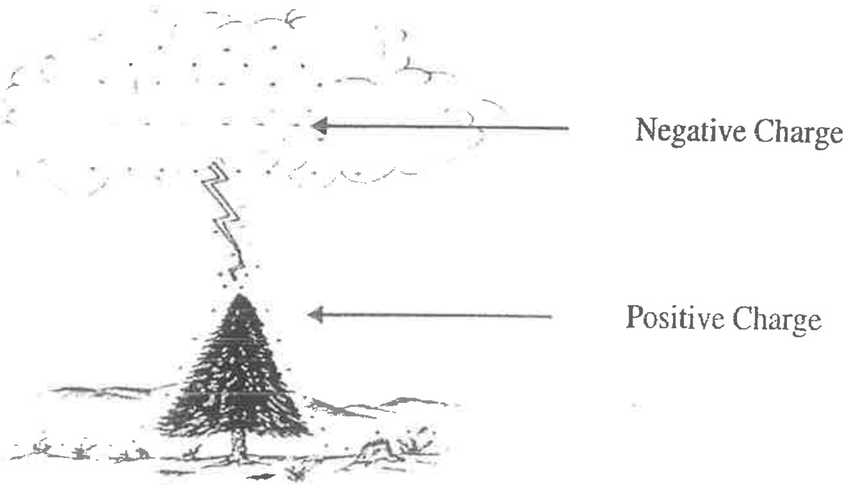
မိုးကြိုးလွှဲဆိုသည်မှာ လျှပ်စီးလက်ခြင်း (Flashing)၊ မိုးခြိမ်းခြင်း (Thunder) နှင့် မိုးကြိုးပစ်ခြင်း (Lightning)တို့ကြောင့် ကောင်းကင်တိမ်တိုက်များမှ ဖြစ်ပေါ်လာသော တည်ငြိမ်လျှပ်စစ် (Static Electric Charge) များသည် မြေပြင်ရှိ အဆောက်အဦးများ၊ ဓာတ်အားလိုင်းများ၊ ဓာတ်အားခွဲရုံများနှင့် လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများအတွင်းသို့ ဝင်ရောက်ခြင်းမရှိစေရန် ကာကွယ်သောပစ္စည်းဖြစ်ပါသည်။

မိုးကြိုးဖြစ်ပေါ်ပုံနှင့် မိုးကြိုးအန္တရာယ်

၁။ မိုးကြိုးဖြစ်ပေါ်ရခြင်းသည် မြေပြင်မှ လေပူလေငွေ့တို့ တိုက်ခတ်လာသည့်အခါ ထိုလေပူလေငွေ့တို့သည် ကောင်းကင်သို့တက်သွားပြီး ကောင်းကင်ရှိမိုးသားတိမ်တိုက်များကို အလွှာလိပ်များဖြစ်ပေါ်စေလျက် ယင်းတိမ်တိုက်များတွင် လျှပ်စစ်ဒြပ် (Electric Charge) များ ပြိုကွဲသွားပြီး (Positive Charge) နှင့် (Negative Charge) ဟူ၍ နှစ်မျိုးကွဲသွားပါသည်။

ထိုသို့ ပြိုကွဲသော (Electric Charge) နှင့် (Negative Charge) များသည် တိမ်တိုက်အောက်ခြေတွင် စုဝေးနေတတ်သည်။ ထို့အတူ မြေကြီးရှိ မြင့်မားသောအဆောက်အဦ အမြင့်ဆုံးနေရာများတွင် (Positive Charge) များ စုဝေးနေရာ ယင်းမတူညီသော တည်ငြိမ်လျှပ်စစ်ဓာတ်များ တစ်ခုနှင့်တစ်ခု ပေါင်းစပ်ထိတွေ့ခြင်းကြောင့် လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခု ဖြစ်ပေါ်ခြင်းကို လျှပ်စီးလက်သည်၊ မိုးခြိမ်းသည်၊ မိုးကြိုးပစ်သည်ဟု ခေါ်သည်။

လျှပ်ကူးမှုဖြစ်ပေါ်စေရန် သာမန်အားဖြင့် မသိမမြင်နိုင်သော်လည်း ရှေ့ဆောင်မိုးကြိုး (Leader Stroke) သည် မြေပြင်သို့ တိမ်တိုက်များအတွင်းမှ ဆင်းလာချိန်တွင် (Positive Charge) များသည် (Electric Path) ဖြင့် တက်သွားပြီး (Negative Charge) နှင့် ထိတွေ့ချိန်တွင် လျှပ်စီးလက်သည့် အလင်းတန်းဖြစ်ပေါ်လာရာမှ မိုးကြိုးဖြစ်ပေါ်သွားခြင်းကို ပုံ (၆-၂၄) တွင် ဖော်ပြထားပါသည်။



ပုံ(၄-၂၃) မိုးကြိုးဖြစ်ပေါ်လာပုံ

မိုးကြိုး၏ ဗို့အားသည် သန်းဂဏန်းပမာဏရှိပြီး လျှပ်စီးသည် သောင်းဂဏန်းမှ သိန်းဂဏန်း အထိရှိသည်။ မိုးကြိုးကျရောက်စဉ် အပူပမာဏမြင့်မားစွာ ဖြစ်ပေါ်မှုကြောင့် မိုးကြိုးပစ်ခံရသော အဆောက်အဦများနှင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်အားလိုင်း၊ လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများ လောင်ကျွမ်းခြင်း၊ လူနှင့် သက်ရှိသတ္တဝါများ ထိခိုက်ဒဏ်ရာရရှိခြင်း၊ သေဆုံးခြင်းအထိ အန္တရာယ်ရှိနိုင်ပါသည်။

မိုးကြိုးသည် Hot Stroke နှင့် Cold Stroke ဟု (၂) မျိုးရှိတတ်ပြီး Hot Stroke သည် လျှပ်စီးပမာဏ အလွန်များသဖြင့် ဝင်းသွားရာလမ်းကြောင်းတွင် မီးလောင်ကျွမ်းမှုဖြစ်ပေါ်စေပြီး Cold Stroke သည် အလွန်မြန်ပြီး ထိတွေ့ပါက ပေါက်ကွဲမှုကို ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။

ထို့ကြောင့် မိုးကြိုးလျှပ်စီးအန္တရာယ်သည် အလွန်ကြီးမားသဖြင့် အဆောက်အဦများ၊ ဓာတ်အားလိုင်းများတွင် ဓာတ်အားခွဲရုံများအား ကာကွယ်မှုအစီအစဉ်အဖြစ် လုံလောက်သော မိုးကြိုးလွှဲစနစ် တပ်ဆင်ရန် လိုအပ်ပါသည်။

အဆောက်အဦမိုးကြိုးလွှဲ (Building Lightning Arrestor)

မိုးကြိုးကြောင့် အဆောက်အဦ ပျက်စီးဆုံးရှုံးနိုင်သဖြင့် အောက်ပါနေရာများတွင် မိုးကြိုးလွှဲ တပ်ဆင်သင့်ပါသည်-

(က) မီးလောင်ပေါက်ကွဲစေတတ်သည့် ပစ္စည်းများသိုလှောင်ရာအဆောက်အဦ

(ခ) စက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံ

(ဂ) ရုံးများ၊ ကျောင်းများ၊ ဆေးရုံများ၊ လူအများစုဝေးရာခန်းမများ

(ဃ) ဘုရားစေတီများ၊ ဘုရားရှိခိုးကျောင်းများ

(င) အထပ်မြင့် အဆောက်အဦများဖြစ်ပါသည် ။

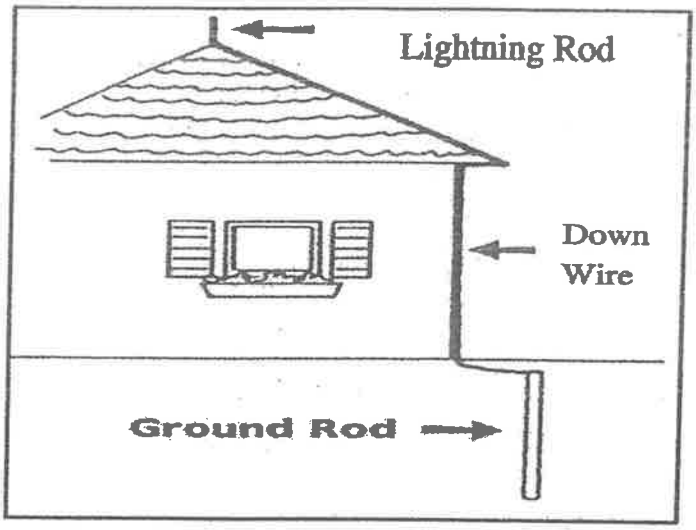
အဆောက်အဦမိုးကြိုးလွှဲ တပ်ဆင်ရန်အတွက်-

(က) မိုးကြိုးလွှဲတိုင် (Air Terminal)

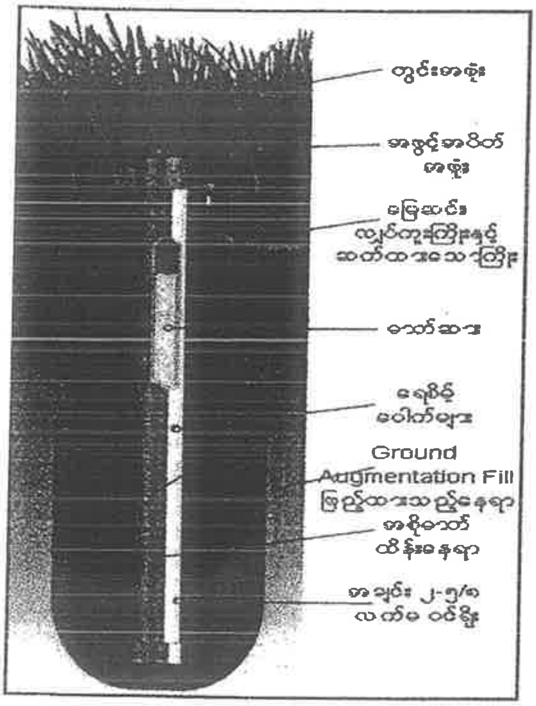
(ခ) မိုးကြိုးလွှဲကြိုး/မြေသို့ လျှပ်ကူးကြိုး (Down Wire)

(ဂ) မြေစိုက်လျှပ်ခေါင်း (Earth Electrode) တို့ လိုအပ်ပါသည်။

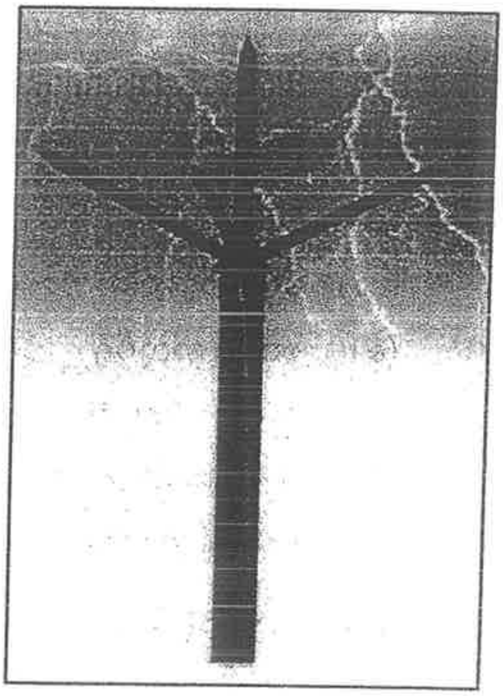
တပ်ဆင်ပုံမှာ အဆောက်အဦ၏ အမိုးပေါ်တွင် Air Terminal ကိုဒေါင်လိုက် ခိုင်မြဲစွာ တပ်ဆင်ပြီး မိုးကြိုးလွှဲကြိုး (Down Wire) ကို အသုံးပြု၍ မြေစိုက်လျှပ်ခေါင်း (Earth Electrode) နှင့် ဆက်သွယ်ရပါမည်။ မိုးကြိုးလွှဲ၏ ကာကွယ်နိုင်မှုဧရိယာသည် Air Terminal ၏ ထိပ်ဖျားမှ မြေကြီးအထိ အတိုင်းအတာကို အချင်းဝက်ထား၍ စက်ဝိုင်းကတော့ပုံ ပြုလုပ်ပြီး ထိုစက်ဝိုင်း ကတော့ပုံအတွင်းရှိ အဆောက်အဦဧရိယာသည် မိုးကြိုးလွှဲ၏ ကာကွယ်နိုင်မှုဧရိယာဖြစ်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် အဆောက်အဦ ကြီးမားကျယ်ပြန့်ပါက Air Terminal အများ အပြားသုံးစွဲ၍ ကာကွယ် နိုင်မှုဧရိယာ လုံလောက်စွာ ရရှိနိုင်ပါသည်။



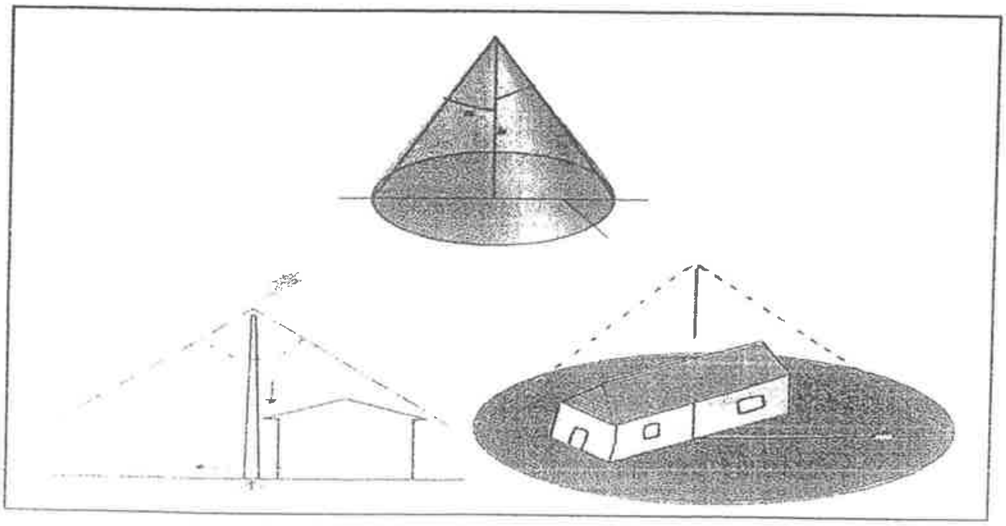
ပုံ (၄-၂၄) အဆောက်အဦတွင် မိုးကြိုးလွှဲတပ်ဆင်ပုံ



ပုံ (၄-၂၅) Electrode(Ground Rod)



ပုံ (၄-၂၆) Air Terminal (Lightning Rod)



ပုံ (၄-၂၈) မိုးကြိုးလွှဲဖြင့် အဆောက်အဦတွင် မိုးကြိုးကို ကာကွယ်ပုံ

အဆောက်အဦးအမြင့် မီတာ(၂၀)အထိ နေရာများတွင် အနည်းဆုံးမိုးကြိုးလွှဲတိုင် (၁)တိုင်နှင့် မြေဆင်းကြိုး(၁)ကြိုးကိုလည်းကောင်း၊ မီတာ(၂၀)အထက် အမြင့်နေရာများတွင် မိုးကြိုးလွှဲတိုင် (၂)တိုင်နှင့် မြေဆင်းကြိုး(၂)ကြိုးကိုလည်းကောင်း အခြေခံအားဖြင့် ထားရှိရမည်။ အဆောက်အဦ၏တည်နေရာ အကျယ်အဝန်းအလိုက် အကာအကွယ်ပြုဇုန်ပမာဏ ကျယ်ဝန်းလာပါက မိုးကြိုးလွှဲတိုင်နှင့် မြေဆင်းကြိုးအရေအတွက် တိုးချဲ့တပ်ဆင်ပေးရမည်။

ကောင်းမွန်စိတ်ချရသော အဆောက်အဦမိုးကြိုးလွှဲတစ်ခုဖြစ်စေရန် အောက်ပါအချက်များကို လိုက်နာ ဆောင်ရွက်ရပါမည်-

(က) မိုးကြိုးလွှဲစနစ်၏ မြေခံတ်ခုခံမှုသည် (၁၀) အုမ်းထက် မပိုရ။

(ခ) မိုးကြိုးလွှဲတိုင် Air Terminal သည် အဆောက်အဦ၏အမြင့်ဆုံးနေရာတွင် ခိုင်မာစွာ တပ်ဆင်ရမည်ဖြစ်ပြီး မိုးကြိုးလွှဲတိုင်သည် အနည်းဆုံး ၃-ပေ ရှိရမည်။

(ဂ) မိုးကြိုးလွှဲတိုင် (Air Terminal) တစ်ခုထက်ပို၍ တပ်ဆင်ရန် လိုအပ်ပါက တစ်ခုနှင့် တစ်ခုအကြားအကွာအဝေးသည် ၁၀၀ ပေထက်မပိုရ။

(ဃ) မိုးကြိုးလွှဲတိုင်နှင့် မြေခံတ်တို့ ဆက်သွယ်သော လျှပ်ကူးကြိုး (Down Wire) ကို တိုက်ရိုက်အနီးဆုံးလမ်းကြောင်းအတိုင်း ဖြောင့်တန်းစွာ ဆက်သွယ်ရမည်။ အထက်သို့ ပြန်ကျော့ခြင်း၊ ဘေးသို့ ကွေးကောက်ခြင်း မရှိစေရ။

(င) (Down Wire) ကို Copper Tape ဖြင့် အသုံးပြုပါကအနည်းဆုံးအရွယ်အစားဗျက် ၃/၄ လက်မနှင့် အထူ ၁/၈ လက်မသော်လည်းကောင်း၊ Bare Copper Wire အသုံးပြုပါက SWG No.2 ထက် မငယ်စေရ။ သို့မဟုတ် Stranded Copper Wire ကို အသုံးပြုပါ က 35 mm^2 ထက် မငယ်စေရ။

(စ) Down Wire ကို အလူမီနီယံကြိုးဖြင့် သွယ်တန်းပါက Earth Electrode နှင့် ဆက်ရာတွင် Bi-metal Joint ကို သုံးရမည်။

(ဆ) မိုးကြိုးလွှဲ၏ မြေခံတ်ခုခံမှုကို စမ်းသပ်ရန်အတွက် Down Wire နှင့် Earth Electrode တို့ အကြား Inspection Joint ထားရှိရမည်။

(ဇ) မိုးကြိုးလျှပ်စီးကြောင့် မီးပန်းထွက်ခြင်း (Side Flashing) မရှိစေရန် အဆောက်အဦ၏ သံယက်မတန်းများ၊ သံတိုင်များနှင့် အခြားသတ္တုပစ္စည်းများ Down Wire နှင့် ခိုင်မြဲစွာ ချည်၍ အဆက်အသွယ်ပြုလုပ်ထားရပါမည်။

ဓာတ်အားခွဲရုံနှင့် ဓာတ်အားလိုင်းမိုးကြိုးလွှဲ

လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ပို့လွှတ်ခြင်းနှင့် ဖြန့်ဖြူးခြင်းတို့တွင် ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းများ၊ ထရန်စဖော်မာများ အသုံးပြုရပါမည်။ အများအားဖြင့် ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းများသည် တောင်ကုန်းထူထပ်သောနေရာများ၊ လွင်တီးခေါင်နေရာတို့ကို ဖြတ်သန်းသွယ်တန်း တည်ဆောက်ရသဖြင့် မိုးကြိုးလျှပ်စီးဝင်ရန် အလွန်လွယ်ကူပါသည်။

ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းများ၊ ဓာတ်အားခွဲရုံများအား မိုးကြိုးပစ်ရာတွင် တိုက်ရိုက်မိုးကြိုးပစ်ခြင်း (Direct Lightning Stroke)၊ ညှို့ရမိုးကြိုးပစ် (Induced Lightning Stroke) တို့ကြောင့် မိုးကြိုးလျှပ်စီးသည် ဓာတ်အားလိုင်းအတွင်းလှိုင်းရွေ့ (Travelling Wave) ပုံစံဖြင့် မူမမှန်ဗို့အားလွန်ကို ရရှိစေပါသည်။ ထိုမူမမှန်ဗို့အားလွန်ကြောင့် ဓာတ်အားလိုင်းတွင် တပ်ဆင်ထားသော Insulator များပျက်စီးခြင်း၊ ဓာတ်အားခွဲရုံရှိ Transformer များနှင့် အခြားသောလျှပ်စစ်ပစ္စည်းများ လောင်ကျွမ်းခြင်း ဖြစ်ပေါ်စေတတ်သောကြောင့် မိုးကြိုးလွှဲ မဖြစ်မနေ တပ်ဆင်ရန် လိုအပ်ပါသည်။

မိုးကြိုးလွှဲတွင် ရှိအပ်သောလက္ခဏာများ

ဓာတ်အားလိုင်း၊ ဓာတ်အားခွဲရုံများအတွင်းသို့ မိုးကြိုးလျှပ်စီးကြောင်း မူမမှန်ဗို့အားလွန်ရောက်ရှိမလာစေရန် မိုးကြိုးလွှဲကြားဖြတ် ဟန့်တားလျက် Discharge ပြုလုပ်ပေးရပါသည်။

ထို့ကြောင့် မိုးကြိုးလွှဲတွင် အောက်ပါလက္ခဏာများရှိရန် လိုအပ်သည်-

(က) မိုးကြိုးလွှဲသည် သာမန်အချိန်တွင် လျှပ်တားပစ္စည်း (Insulator) အသွင်ရှိပြီး (System Voltage) ကို ခံနိုင်ရည်ရှိရမည်။

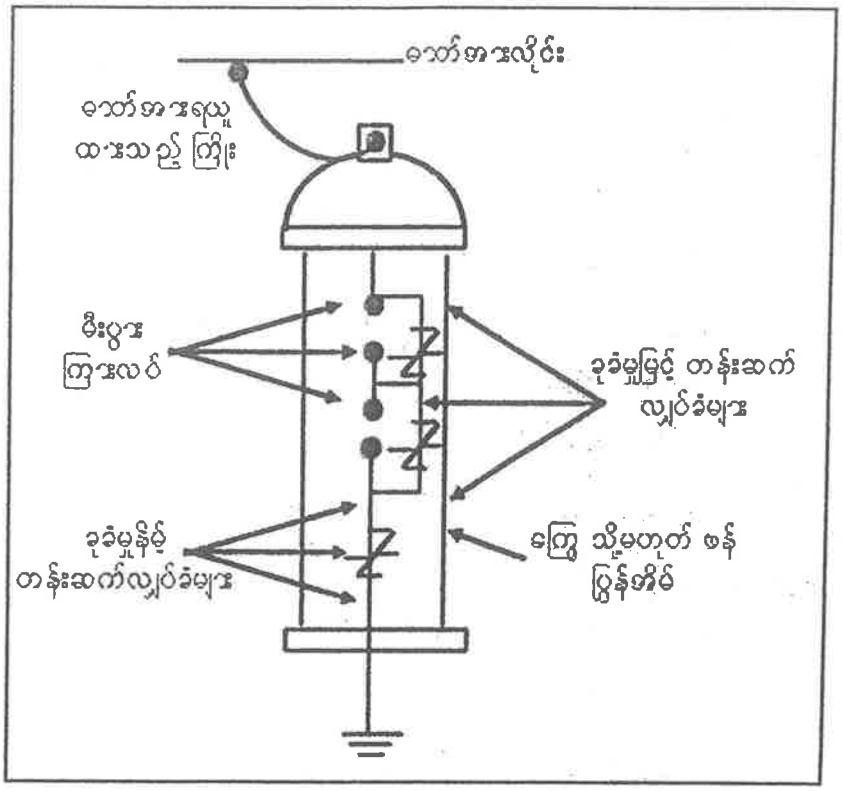
(ခ) လျှပ်စီး ၁၀၀ အင်ပီယာမှသည် ထောင်ပေါင်းများစွာအထိ ခေတ္တနှောင့်ယှက်မှု (Transient Disturbance) များ ပေါ်ပေါက်ပါက မိုးကြိုးလွှဲနှင့် အခြားပစ္စည်းကိရိယာများကို မိုက္ကရိုစက္ကန့်မှသည် မီလီစက္ကန့်အချိန်အတွင်း မပျက်စီးစေဘဲ ကျရောက်လာသည့် လျှပ်စီးအားကို Discharge လုပ်နိုင်ခြင်း။

(ဂ) Discharge ပြုလုပ်ပြီးနောက် မူမှန်ဆက်လက် လုပ်ဆောင်နိုင်သော အခြေအနေတွင် ရှိရမည်။

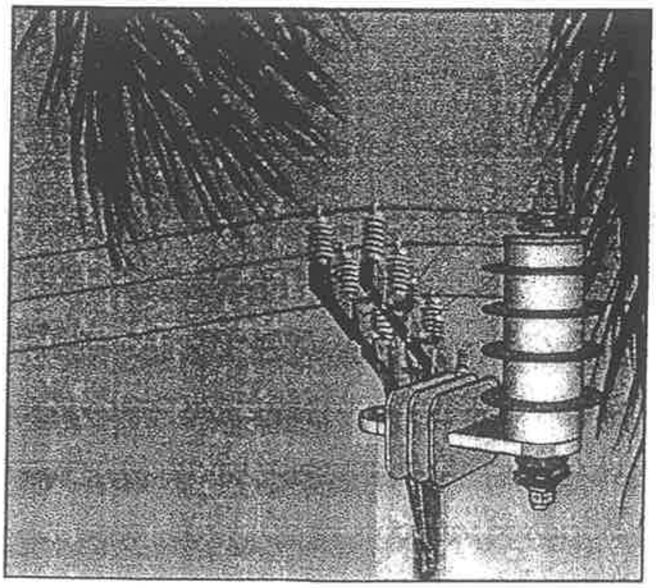
ထို့ကြောင့် Dynamic Current ကို ကြားဖြတ်နိုင်သော အမြင့်ဆုံးဗို့အားတန်ဘိုးကို မိုးကြိုးလွှဲ၏ သတ်မှတ်ဗို့အားဟု ခေါ်သည်။မိုးကြိုးလွှဲကို ခေတ်အလိုက် ပုံသဏ္ဌာန်အမျိုးမျိုးဖြင့် ထုတ်လုပ်သော်လည်း ယခုအခါ ဓာတ်အားခွဲရုံနှင့် ဓာတ်အားလိုင်းများတွင် Valve Type မိုးကြိုးလွှဲကိုသာ အများဆုံး အသုံးပြုကြပါသည်။

Valve Type မိုးကြိုးလွှဲတွင် စီလီကွန်ကာဘိုက်ခဲ ကလေးများ၏ မျက်နှာပြင်ကို သတ္တုမှုန့်ဖြင့် ပက်ဖျန်းကာ Valve များအသွင် ပြုလုပ်ထားပါသည်။ သာမန်အခြေအနေတွင် လျှပ်စစ်

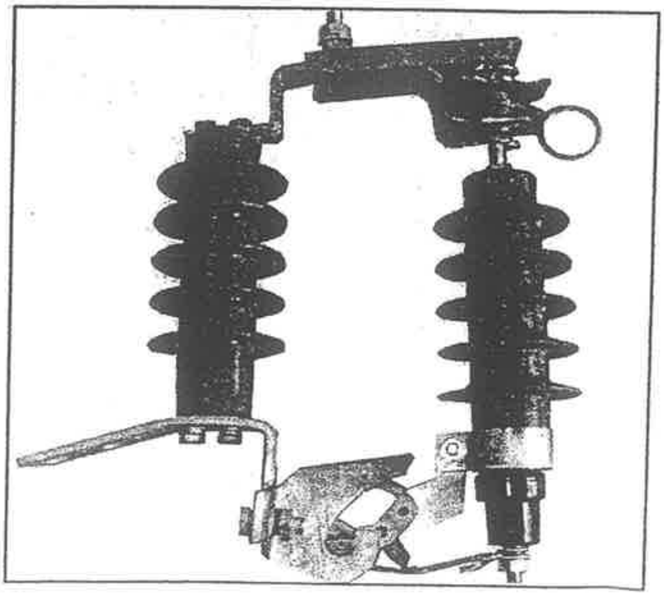
ဓာတ်အားမစီးစေရန် စဉ်တိုက်ဆက်ထားသော မီးပွားကြားလပ် (Spark Gap) ပါရှိသည်။ နှုတ်ခမ်းများကို လျှပ်ကူးမှုကာကွယ်ရန် Insulator ခံလျက် အသုံးပြုထားပါသည်။



ပုံ (၄-၂၈) Valve Type မိုးကြိုးလွှဲ



ပုံ (၄-၂၉) လိုင်းတွင် မိုးကြိုးလွှဲ တပ်ဆင်ထားပုံ



ပုံ (၄-၃၀) မိုးကြိုးလွှဲ

အခန်း(၅)

အန္တရာယ်ရှိသောနေရာတွင်လျှပ်စစ်တပ်ဆင်ခြင်း

၁။ အလွယ်တကူ မီးလောင်ပေါက်ကွဲစေတတ်သည့် အန္တရာယ်ရှိသော နေရာများကို အောက်ပါအတိုင်း (၃) မျိုး သတ်မှတ်ထားပါသည် -

(က)အုပ်စု(၁) - သတ္တုတွင်းမှထွက်သောဓာတ်ငွေ့များ၊ အလွယ်တကူမီးလောင်နိုင်သောဓာတ်ငွေ့ သို့မဟုတ် အခိုးအငွေ့များ (Highly inflammable gas or vapour) ဖြစ်သည့် Hydrogen ၊ Acetylene ၊ Carbondisulphide၊ Water gas၊ Ethylnitrate chloropane၊ Divinyle ether၊ Ehtyl chloride၊ Ehtyl ether၊ Ehthlene နှင့် အငွေ့ပျံနိုင်ပြီး အလွယ်တကူမီးလောင်နိုင်သည့် ဆေးရုံသုံး သန့်စင်ပစ္စည်းများ (Inflammable anaesthetics or volatile inflammable disinfecting agents) စသော အလွယ်တကူ မီးလောင်နိုင်သည့် ဓာတ်ငွေ့များ၊ အခိုးအငွေ့များဖြစ်ပေါ်နိုင်သော ထုတ်လုပ်ခြင်း၊ သိုလှောင်ခြင်းနှင့် အသုံးချခြင်းများအတွက် အသုံးပြုသည့် အခန်းနေရာ၊

(ခ)အုပ်စု(၂) - Flash point 49° C (120° F) ထက် မပိုသော အရည်မှ ဖြစ်ပေါ်သည့် အလွယ်တကူ မီးလောင်တတ်သော ဓာတ်ငွေ့များ (inflammable gas or vapour) ဖြင့် လေထဲတွင် ပေါက်ကွဲစေသည့် သို့မဟုတ် မီးလောင်စေသည့် ဒြပ်နှောများဖြစ်စေရန် လုံလောက်သော ထုထည် ထွက်ပေါ်နိုင်သော နေရာများ၊ လေယာဉ်များ သိုလှောင်ရုံ သို့မဟုတ် ပြုပြင်သောအခန်းနေရာ၊ လေယာဉ်သုံး ဓာတ်ဆီများ (Aviation Spirit)၊ ဂျက်အင်ဂျင်လောင်စာ (Jetfuels)၊ အခြားအလွယ်တကူ မီးလောင်နိုင်ပြီးအခိုးအငွေ့ပျံလွင့်နိုင်သော အရည်များနှင့် ဓာတ်ငွေ့များ အသုံးပြုသောအခန်း သို့မဟုတ် နေရာ၊ ဓာတ်ဆီ (Petrol)နှင့် အခြားအခိုးအငွေ့ ပျံနိုင်သောအရည်များ၊ (Volatile inflammable Liquids) ကို လောင်စာတိုင်ကီများမှ ကိုယ်ပိုင်မောင်းနှင်သော ယာဉ်များသို့ ထည့်သည့်နေရာ၊ ဓာတ်ဆီနှင့် အခြားအလွယ်တကူ မီးလောင်၍ အခိုး အငွေ့ဖြစ်ကာပျံလွင့် နိုင်သည့် အရည်များကို အသုံးပြုသော စက်မှုလုပ်ငန်း လုပ်ကိုင်သည့် နေရာများ၊ သဘော်ဆေးများ၊ ချိတ်ဆေးများ၊ အလွယ်တကူမီးလောင်နိုင် သော အချောကိုင် ဆေးရည်များ၊ မီးလောင် လွယ်သည့်ဓာတ်ပျံဆီများ၊ ဆေးဖျော်ဆီများကို အသုံးပြု၍ မှုတ်ခြင်း၊ နှစ်စိမ်ခြင်း၊

ပွတ်တိုက်ခြင်း စသည့် နည်းလမ်းများဖြင့် အမြဲတမ်း သို့မဟုတ် မကြာခဏ လုပ်ကိုင်သော နေရာများနှင့် ယင်းသဘော်ဆေးများ၊ ချိတ်ဆေးများ စသည်တို့မှ ဖြစ်သော အနည်အနှစ်များ ရှိသည့်နေရာများ၊

(ဂ)အုပ်စု(၃) - မီးကူးလောင်မှု လွယ်ကူသော အမျှင်များ ပျံ့လွင့်နေသည့် အမှုန်များ၊ ဖုန်မှုန့်များကြောင့် အန္တရာယ်ရှိသောနေရာများ၊ အလွယ်တကူ မီးလောင်နိုင်သောအမျှင်များ (Fibre)၊ ပျံ့လွင့်နေသော အမှုန်များ သို့မဟုတ် ဖုန်မှုန့်များ (Flying or dusts)၊ ရေယွန်ချည်ထည် (Rayon Cotton)၊ ချည်ပတ်တီးစ (cotton linters)၊ ချည်အလေအလွင့်များ (cotton waste)၊ လျှော်မျှင်၊ ဂုန်လျှော်၊ ကြိုးကျစ်လျှော်၊ လျှော်အတိုအစများ၊ အုန်းဆံကရုပတ်(Oakum) လျှော်အလေအလွင့်၊ လဲမွှို၊ ကျောက်မီးသွေး၊ ဆန်၊ ဂျုံ၊ ပြောင်းရိုး၊ ရေဘော်များကို အများအပြား သိုလှောင်ရန် အသုံးပြုသောနေရာ သို့မဟုတ် ယင်းပစ္စည်းများကို စက်မှုလုပ်ငန်းများ အဆင့်ဆင့်တွင် အသုံးပြုသောနေရာများ ဖြစ်သည်။

၂။ အုပ်စု (၁) တွင် ပါဝင်သော အလွယ်တကူ မီးလောင်ပေါက်ကွဲစေတတ်သည့် အန္တရာယ်ရှိသော နေရာများတွင် -

(က) လျှပ်စစ်ပစ္စည်းအားလုံးသည်တောက်လျှောက်မီးခံအဖုံးပါသည့်ပစ္စည်းများဖြစ်ရမည်၊

(ခ) တပ်ဆင်ထားသော လျှပ်စစ်ပစ္စည်း ကိရိယာများအားလုံးသည် ဝန်ပြည့် (Full Load) အခြေအနေတွင် မျက်နှာပြင်အပူချိန် လွန်ကဲခြင်းကြောင့် အခိုးအငွေ့ဖြစ်ပြီး ခြောက်သွေ့ခြင်း (Dehydration) သို့မဟုတ် မျက်နှာပြင်ပေါ်တွင် စုပုံနေသော အမှုန်များကြောင့် တစ်ဖြည်းဖြည်း ကာဗွန်ချိုးကပ်ခြင်း (Graduan Carbonisation) ဖြစ်ပေါ်မှုမရှိဘဲ အလုပ်လုပ်နိုင်စွမ်း ရှိရမည်၊

(ဂ) အသုံးပြုရမည့် ဓာတ်ကြိုး အမျိုးအစားနှင့် ပြွန်အမျိုးအစားများမှာ ဓာတ်သတ္တု လျှပ်တား၊ သတ္တုအစွပ်နှင့် အမာခံပါသော ဓာတ်ကြိုး (Mineral insulated metal sheathed armoured cable) နှင့် အရစ်ဆက်ပါ သွယ်ပြွန် (Screwed solid drawn conduit) ဖြစ်ရမည်၊

(ဃ) လျှပ်စစ်တပ်ဆင်ခြင်း ပြုလုပ်ရာတွင် သတ္တုလျှပ်တား အစွပ်နှင့်အမာခံပါသော ဓာတ်ကြိုးများကို အရစ်ဆက်ပါ သွယ်ပြွန်အတွင်း သွယ်တန်းတပ်ဆင်ရမည်၊

(င) ဓာတ်ကြိုးပျော့များကို တပ်ဆင်ခြင်းမပြုရ၊

(စ) အလွယ်တကူ မီးလောင်ပေါက်ကွဲစေတတ်သော နေရာများတွင် ပြွန်အတွင်းထည့်၍ သွယ်တန်းသော ဓာတ်ကြိုးများသည် တာရှည်စွာ စိုထိုင်းခြင်း (Humidity) နှင့်

အပူချိန်ပြောင်းလဲမှုများသော နေရာများတွင် ရှိပါက ငွေ့ပျံရည် (Condensate) ကို ကျေနပ်လောက်အောင် ထုတ်ပစ်နိုင်သော မီးလောင်ခံပြီး အလိုအလျောက် ရေထုတ် သည့်အဆို့ (flameproof self clearing drip plugs) ကို ပြွန်၏အလျား ၃၀ မီတာ (၁၀၀)ပေတွင် တပ်ဆင်ရမည်၊

(ဆ) မြေခါတ်ခုခံမှုကို မီးလောင်ပေါက်ကွဲစေတတ်သော ဓာတုဗေဒပစ္စည်းများနှင့် ဆက်စပ် ပစ္စည်းများထားရှိသည့် နေရာများတွင် (၁)အုမ်းအောက်ရရှိရန် ဆောင်ရွက်ရမည်၊

(ဇ) ခလုတ်ဂီယာ (switchgear)နှင့် ထိန်းချုပ်ဂီယာ (Control gear) ရှိ ခလုတ်များ၊ ပတ်လမ်းဖြတ်ကိရိယာများ၊ ဒဏ်ခံကြိုးများ၊ ပလပ်များ (Plugs)၊ ဆော့ကတ်များ (Sockets) အားလုံးသည် မီးလောင်ခံနိုင်အောင် တည်ဆောက်ထားရမည်၊

(ဈ) ခလုတ် “အဖွင့်” အနေအထားတွင် ပလပ်ကိုတပ်ခြင်း၊ ဆွဲထုတ်ခြင်း မပြုလုပ်နိုင်ရန်၊ ပလပ်တပ်မထားလျှင် ခလုတ်ကို “အဖွင့်” အနေအထား မပြုလုပ်နိုင်ရန် အချိတ် အဆက်ပြုစနစ် (Inter locking System) ပြုလုပ်ထားရမည်၊

(ည) မရွေ့ပြောင်းနိုင်သော မီးလင်းရန် တပ်ဆင်သည့် ပစ္စည်းများသည် မီးခံအမျိုးအစား ဖြစ်ရမည်ဖြစ်ပြီး ယင်းတို့ကို မတော်တဆ ထိခိုက်ပျက်စီးခြင်းမှ ကာကွယ်ထားရမည်၊

(ဋ) တွဲလောင်းကျနေသော မီးလင်းရန် တပ်ဆင်ထားသည့် ပစ္စည်းများသို့ ဓာတ်ကြိုးကို အရစ်ဆက်ပါ သွယ်ပြွန်အတွင်း ဖုံးအုပ်ထားသည့် ဆက်သွယ်ခြင်း နည်းလမ်းများမှ အပ အခြားနည်းလမ်းဖြင့် ဆက်သွယ်ခြင်းမပြု၊

(ဌ) အလွယ်တကူ ရွေ့ပြောင်းနိုင်သော မီးလင်းရန်တပ်ဆင်သည့် ပစ္စည်းများကို မတော်တဆ ထိခိုက်ပျက်စီးခြင်းမှ ကာကွယ်ထားရမည်၊

(ဍ) တပ်ဆင်သည့် မော်တာ (motor)၊ လျှပ်ထုတ်စက် (generator) နှင့် အခြားလည်ပတ် သည့် လျှပ်စစ်စက်အားလုံးသည် မီးခံအမျိုးအစားများ ဖြစ်ရမည်၊

(ခ) အလွယ်တကူ မီးလောင်ပေါက်ကွဲနိုင်သော နေရာများတွင် -

(၁) မီးလောင်နိုင်သော အရည်မပါသည့် ထရန်စဖော်မာကို မီးခံအဖုံးနှင့် ဖြစ်စေ၊ ၁၅ စင်တီမီတာ (၆ လက်မ) ထက်မနည်း အထူရှိသော အားဖြည့်ကွန်ကရစ်နံရံပါ သည့်အခန်း သို့မဟုတ် ဘိလပ်မြေအင်္ဂတေဖြင့် ဖြစ်စေ၊ ယင်းကဲ့သို့ပစ္စည်းများ အရောတစ်မျိုးမျိုးဖြင့်ဖြစ်စေ၊ စီစဉ်ထားသော ၂၃ စင်တီမီတာ (၉)လက်မ အုတ်နံရံပါသော အခန်းတွင်ဖြစ်စေ တပ်ဆင်ရမည်၊

(၂) မီးလောင်နိုင်သော အရည်ပါသည့် ထရန်စဖော်မာ များကို တပ်ဆင်ရန် လိုအပ် ပါက အုပ်စု(၁)တွင် ပါဝင်သည့် နေရာများ၏ပတ်လည်မှ အနည်းဆုံး (၁.၅) မီတာ (၅)ပေ ကွာဝေးသော နေရာတွင် တပ်ဆင်ရမည်၊

(ဏ) တည်ငြိမ်လျှပ်စစ်ထုတ်ပယ်ရန် မြေခါတ်ဆက်သွယ်ခြင်းသည်သင့်လျော်လုံလောက်မှု ရှိရမည်။ ယင်းနေရာမျိုးတွင် ကြမ်းပြင်မှ မြေခါတ်ကြားရှိ ခုခံမှုမှာ (၁၀၀၀)အုမ်း ထက်မပိုရ၊

၃။ အုပ်စု(၂)တွင် ပါဝင်သော အလွယ်တကူ မီးလောင်ပေါက်ကွဲစေတတ်သည့် အန္တရာယ်ရှိသော နေရာများတွင် အုပ်စု (၁) ပါ လိုက်နာရမည့် အချက်များအပြင်-

(က) ခါတ်ကြိုးသွယ်တန်းလျှင် ခါတ်ကြိုးများကို သံမဏိပြွန်အတွင်း သို့မဟုတ် သာမို ပလပ်စတစ် (Thermoplastic) ပြွန် သို့မဟုတ် အရစ်ဆက်ပါ သွယ်ပြွန်အတွင်း တပ်ဆင်ရမည်၊

(ခ) အသုံးပြုရန်အတွက် ခါတ်ကြိုးပျော့ (flexible cord) သွယ်တန်းခြင်း အားလုံးတွင် ခါတ်ကြိုးများကို မီးခံပြွန်ပျော့အတွင်း သွယ်တန်းရမည်၊

၄။ အုပ်စု (၃) တွင်ပါဝင်သော အလွယ်တကူ မီးလောင်ပေါက်ကွဲစေတတ်သည့် အန္တရာယ်ရှိသော နေရာများတွင် အောက်ပါအချက်များကို လိုက်နာရမည် -

(က) အသုံးပြုမည့် လျှပ်စစ်ပစ္စည်းအားလုံးကို ဖုန်မှုန့် (Dust) မဝင်နိုင်သော အဖုံးဖြင့် ဖုံးကာထားရမည်၊

(ခ) ခါတ်ကြိုးသွယ်တန်းလျှင် ဖုန်မှုန့် (Dust) မဝင်နိုင်သည့် မီးခံအဖုံးအကာအတွင်း တောက်လျှောက် တပ်ဆင်ရမည်။ အကယ်၍ ပြွန်အတွင်း သွယ်တန်းသောစနစ်ကို အသုံးပြုပါက ဖုန်မှုန့် (Dust) လုံပြီး မီးလောင်ခံနိုင်အောင် တည်ဆောက်ထားသော အရစ်ပါသည့် ပစ္စည်းများဖြစ်ရမည်။

(ဂ) တပ်ဆင်ထားသော မည်သည့်ပလပ်နှင့် ဆော့ကက်ကိုမဆို ဖုန်မှုန့် (Dust) မဝင်နိုင် သောပလပ်နှင့် ဆော့ကက်ဖြစ်ရမည်၊

(ဃ) ခလုတ်များ၊ ပတ်လမ်းဖြတ်ကိရိယာများ၊ ဒဏ်ခံကြိုးများနှင့် အခြားခလုတ် ကိရိယာ များသည် ဖုန်မှုန့် (Dust) မဝင်နိုင်သော ခလုတ်များဖြစ်ရမည်၊

(င) တပ်ဆင်ထားသော မရွှေ့ပြောင်းနိုင်သော မီးလင်းရန် တပ်ဆင်သည့် ပစ္စည်းများသည် ဖုန်မှုန့်(Dust)မဝင်နိုင်သော ပစ္စည်းများဖြစ်ရမည်ဖြစ်ပြီး မတော်တဆ ထိခိုက်ပျက်စီး ခြင်းမှ ကာကွယ်ထားစေရမည်၊

(စ) တပ်ဆင်သော မော်တာများ၊ လျှပ်ထုတ်စက်များနှင့် အခြားလည်ပတ်သော လျှပ်စစ် စက်အားလုံးသည် ဖုန်မှုန့် (Dust) မဝင်နိုင်သော အမျိုးအစားဖြစ်ရမည်၊

(ဆ) အသုံးပြုရမည့် မီးလောင်နိုင်သော အရည်မပါသည့် ထရန်စဖော်မာကို အမျှင်များ ပျံ့လွင့်နေသောအမှုန်များ သို့မဟုတ် ဖုန်မှုန့်များ ဝင်ခြင်းကို နည်းနိုင်သမျှနည်းစေ

သောအဖုံးအကာနှင့် ထားရမည်ဖြစ်ပြီး မီးပွားများ၊ မီးလောင်နေသော ပစ္စည်းများနှင့် ပူသောသတ္တုများ ဝင်ထွက်နိုင်ခြင်းမှ ကာကွယ်ထားရမည်၊

(ဇ) ဝန်ချီစက်များ တပ်ဆင်ရာတွင် ယင်းဝန်ချီစက်သို့ ဓာတ်အားပေးသော အကာမဲ့ လျှပ်ကူးပစ္စည်းများမှ မီးပွားများ သို့မဟုတ် ပူသောအစများထွက်ခြင်းကို တားဆီး ကာကွယ်ထားရမည်ဖြစ်ပြီး လျှပ်စီးကူးယူသော ပစ္စည်းများကို မီးပွားထွက်ခြင်း နည်းနိုင်သမျှနည်းအောင် တည်ဆောက်ထားရမည်။

၅။ အလွယ်တကူ မီးလောင်ပေါက်ကွဲစေတတ်သည့် အန္တရာယ်ရှိသောနေရာများရှိ ထရန်စဖော်မာ နှင့် ခလုတ်ဂီယာ စသည်များကို ဖြုတ်ခြင်းနှင့် တပ်ဆင်ခြင်းတို့ ပြုလုပ်ရာတွင် အောက်ပါအချက် များအတိုင်း ဆောင်ရွက်ရမည် -

(က) ထရန်စဖော်မာ နှင့် ခလုတ်ဂီယာများကို မတော်တဆ ထိခိုက်ပျက်စီးခြင်း အန္တရာယ်မှ ကာကွယ်ရန် သီးခြားအခန်းတွင်ဖြစ်စေ၊ နံရံကာ၍ဖြစ်စေ၊ အဖုံးအကာ (Panel Enclosure) အတွင်း ထည့်၍ဖြစ်စေ ထားရမည်၊

(ခ) အထက်ပါ ကိရိယာများကို မီးလောင်ခြင်းအန္တရာယ်မှ ကာကွယ်နိုင်ရန် တည်ဆောက် ထားမှု သို့မဟုတ် ကာကွယ်ထားမှုများ မရှိခဲ့လျှင် ယင်းကိရိယာများ ထားရှိသည့် အခန်းကိုဖြစ်စေ၊ အကာ သို့မဟုတ် သေတ္တာကိုဖြစ်စေ၊ အလွယ်တကူ မီးလောင်နိုင် သောပစ္စည်းများကို အသုံးပြု၍ တည်ဆောက်ခြင်း မပြုရ၊

(ဂ) ယင်းအခန်းအကာ သို့မဟုတ် သေတ္တာတစ်ခုစီသည် ခိုင်ခံ့စွာ တည်ဆောက်ထားခြင်း နှင့် ခြောက်သွေ့ခြင်းရှိရမည့်အပြင် ယင်းနေရာများတွင် တပ်ဆင်ထားသော ကိရိယာ များအားလုံးအတွက် လုံလောက်သော လေဝင်လေထွက် ရရှိအောင် စီစဉ်ထားရမည်၊

(ဃ) ကိရိယာများထားရှိသည့်နေရာသည် လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ရာတွင် သင့်လျော်သော နေရာရှိပြီး အလွယ်တကူ ဝင်ရောက်နိုင်ရန်နှင့် အန္တရာယ်တစ်ခုခု ဖြစ်ပေါ်ခြင်းမှ လွတ်ကင်းနိုင်ရန် ပြုလုပ်ထားရမည်၊

(င) ဓာတ်ကြိုးများနှင့် လျှပ်ကူးပစ္စည်းများကို မော်တာများ၊ ထရန်စဖော်မာများ၊ ခလုတ် ဂီယာများသို့ မြဲမြံစွာ ဆက်သွယ်ခြင်းဖြင့် ယင်းတို့ကို စက်မှုဆိုင်ရာ ကာကွယ်မှု ပြုလုပ်ပြီး ဓာတ်ကြိုးထိပ်စတစ်ခုစီတွင် လျှပ်တားပစ္စည်း၏ လျှပ်တားသတ္တိများ လျော့နည်းသွားခြင်းကို ကာကွယ်ရန် လုံလောက်သော ဆီး(လ်) (Sealed) လုပ်ထား ရမည်၊

(စ) ပွတ်တိုက်မိခြင်းမှ ကာကွယ်ရန် သို့မဟုတ် ဓာတ်ငွေ့မဝင်စေရန် လိုအပ်သောနေရာ များတွင် စနစ်တကျ တည်ဆောက်ထားသော (Glands) သို့မဟုတ် အနားကွပ် (Bushs) များကို တပ်ဆင်ရမည်၊

(ဆ) အမာခံမပါသော ဓာတ်ကြိုးပျော့ (non-amoured flexible cable) များ၊ လျှပ်ကူးပစ္စည်းများကို သတ္တုပိုက်များ သို့မဟုတ် အဖုံးအကာများအတွင်း သွယ်တန်းရမည်။ အကယ်၍ ဓာတ်ကြိုးများ၏ အဖုံးအကာကို မဖြုတ်ဘဲ မည်သည့်သစ်သား သို့မဟုတ် သတ္တုနှင့်မျှ မထိစေရန် လျှပ်တားပစ္စည်း သို့မဟုတ် လျှပ်ကူးမှုမရှိသော ပစ္စည်းများကို အသုံးပြု၍ ချိတ်ဆွဲထားရမည့်အပြင် သီးခြားလျှပ်တားပါသည့် လျှပ်ကူးပါပစ္စည်းကို အသုံးပြုပါက ယင်းတို့ကို အနည်းဆုံး ၃.၈ စင်တီမီတာခြား၍ တပ်ဆင်ရမည်ဖြစ်ပြီး၊ မီးလုံးများ၊ ခလုတ်များနှင့် တပ်ဆင်သည့်ပစ္စည်းများမှအပ အတူတကွ သွယ်တန်းခြင်းမပြုလုပ်ရ၊

(ဇ) မီးတောက်လောင်နိုင်သည့် ကျောက်မီးသွေးမှုန့်၊ ဓာတ်ငွေ့၊ အခိုးအငွေ့ သို့မဟုတ် အရည်များရှိသော နေရာဖြစ်သည့် ကျောက်မီးသွေးတွင်းနှင့် အခြားသတ္တုတွင်းများတွင် ဖော်ပြပါနည်းလမ်းများကိုသာ အသုံးပြုရမည်။

၆။ အလွယ်တကူ မီးလောင် ပေါက်ကွဲစေတတ်သည့် အန္တရာယ်ရှိသော နေရာများရှိ မရွှေ့ပြောင်းနိုင်သော လျှပ်ငြိမ်မှုတ်ခြင်းနှင့် တားဆီးရေး ပစ္စည်းကိရိယာများ (fixed electrostatic spraying and deterring equipment) ကို ဖော်ပြပါ လိုအပ်ချက်များနှင့်အညီ ဆောင်ရွက်ရာတွင် အောက်ပါအချက် များ အတိုင်း ဆောင်ရွက်ရမည် -

(က) အလွယ်တကူ မီးလောင် ပေါက်ကွဲစေနိုင်သည့် နေရာများတွင် ဗို့အားမြင့်ကွန်ခြာ (High voltage grid) မှလွဲ၍ ထရန်စဖော်မာများ၊ ဓာတ်အားပေးယူနစ်များ၊ ထိန်းချုပ်ကိရိယာ သို့မဟုတ် ပစ္စည်းကိရိယာ၏ အခြားလျှပ်စစ်ပိုင်း ဆိုင်ရာများကို သတ်မှတ်ထားသည့် အမျိုး အစား များသာ တပ်ဆင်ရမည်၊

(ခ) ဗို့အားမြင့်ကွန်ခြာ သို့မဟုတ် လျှပ်ခေါင်းများကို သင့်လျော်သော မီးမလောင်နိုင်သည့် အခန်းများ သို့မဟုတ် စက်မှုနည်းသုံး လေဝင်လေထွက်စနစ် (Interlocking mechanical ventilation system) ဖြင့် စီစဉ်ထားသော အကာအရံများအတွင်း နေရာချထားခြင်း၊ တောင့်တင်းစွာ ထောက်ထားခြင်းနှင့် ခိုင်ခံ့စွာ တည်ဆောက်ခြင်းများဖြစ်ပြီး မြေဓာတ်မှ ထိရောက်စွာ လျှပ်တားထားရမည်၊

(ဂ) ဗို့အားမြင့် ဓာတ်ကြိုးများကို သင့်လျော်သော လျှပ်တားပစ္စည်းများဖြင့် ထိရောက်စွာနှင့် မြဲမြံစွာ ထောက်ထားရမည်ဖြစ်ပြီး မတော်တဆ မြေဓာတ်နှင့်ထိခြင်း သို့မဟုတ် မြေဓာတ်ကျခြင်းမှ ထိရောက်စွာ အကာအကွယ် ပြုထားရမည့်အပြင် လျှပ်စစ်ဓာတ်အားပြတ်တောက်သွားသော အချိန်တွင် ကြွင်းကျန်သော လျှပ်စစ်ဓာတ်ကို မြေဓာတ်သို့ အလိုအလျောက် ထုတ်ပစ်နိုင်ရန် စီစဉ်ထားရမည်၊

(ဃ) ဗို့အားမြင့်ကွန်ခြာ သို့မဟုတ် လျှပ်ခေါင်းများအကြား ထုတ်ကုန်ပစ္စည်းများ သယ်ဆောင်ရာတွင် မီးပွားကူးနိုင်သော အကွာအဝေး၏ နှစ်ဆထက် မနည်းသော နေရာမှ သယ် ဆောင်ရမည်၊

(င) အလိုအလျောက် ထိန်းချုပ်ကိရိယာ (Automatic control device) သည် ဓာတ်အားပေးခြင်းကို ဖြတ်တောက်နိုင်ရမည့်အပြင် ဖော်ပြပါကိစ္စ တစ်ရပ်ရပ်ဖြစ်သည့်အခါ လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်သူကို အချိန်နှောင့်နှေးခြင်းမရှိဘဲ အချက်ပေးနိုင်ရမည်၊

(၁) လေဝင်လေထွက် ပန်ကာများ ရပ်သွားခြင်း၊

(၂) အကြောင်းတစ်ခုခုကြောင့် လေဝင်လေထွက် ပစ္စည်းကိရိယာများ ပျက်စီးခြင်း၊

(၃) ဗို့အားမြင့်စက်ကွင်း (High voltage field) ကို ဖြတ်ပြီး ထုတ်ကုန်ပစ္စည်းများ သယ်ဆောင်နေသော ကိရိယာ ရပ်သွားခြင်း၊

(၄) ဗို့အားမြင့်ကွန်ခြာများ သို့မဟုတ် လျှပ်ခေါင်း (electrode) နှင့် သယ်ကိရိယာ (Conveyor)ကြားအကွာအဝေး လျော့နည်းသွားခြင်းကြောင့် ပစ္စည်းကိရိယာ၏ အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုခုတွင် မြေဓာတ်ကျရောက်ခြင်း၊

(စ) လျှပ်စစ်သဘောအရ တစ်ဆက်တည်းရှိပြီး မြေဓာတ်ချထားသော သင့်လျော်လုံလောက်သည့် ဝင်းခြံ၊ လက်ရန်းတန်း သို့မဟုတ် အကာအကွယ်များကို ပြုလုပ်ထားရမည်၊

(ဆ) လက်ကိုင်လျှပ်ငြိမ် လေမှုတ်ကိရိယာ (electrostatic hand spray gun) ကို အမှတ်စဉ် (၂) (ဂ) (င) (စ) (ဆ) ပါသတ်မှတ်ထားသော စည်းကမ်းချက်များနှင့် ကိုက်ညီသည့် လျှပ်စစ်တပ်ဆင်မှု ပြုလုပ်ထားသော မှုတ်ခန်းတစ်ခု အတွင်းမှာသာ အသုံးပြုရမည်။

၇။ အန္တရာယ်ရှိသောနေရာတွင် လျှပ်စစ်တပ်ဆင်ရာ၌ အောက်ပါနည်းလမ်းများအတိုင်း ကြိုတင်ကာကွယ်ခြင်းများ ပြုလုပ်ရမည် -

(က) ကိရိယာအားလုံးကို ဖုန်မှုန့်၊ အမှိုက်နှင့် ရေခိုးရေငွေ့များမပါဝင်ရန် ထိန်းသိမ်းရမည့်အပြင် ကိရိယာအတွင်း ယင်းတို့ကို ပိတ်ဆို့ခြင်းမှ ကင်းအောင် ထားသိုရမည်၊

(ခ) ရွှေ့ပြောင်းနိုင်သော ကိရိယာနှင့် ယာဉ်ဖြင့်သယ်ဆောင်နိုင်သော ကိရိယာမှအပ၊ ကိရိယာအားလုံးကို ယင်းတို့အပေါ်သို့ ပစ္စည်းများကျခြင်း၊ ယာဉ်ဖြတ်သန်းခြင်းကြောင့် ပျက်စီးခြင်းမှ ကာကွယ်နိုင်ရန်အတွက် အခန်း၊အကာ သို့မဟုတ် သေတ္တာတွင် ထည့်ထားပြီး တည်ဆောက်ထားရမည်၊

(ဂ) အလွယ်တကူ မီးလောင်နိုင်ပြီး ပေါက်ကွဲစေတတ်သည့် ပစ္စည်းကိရိယာများ ထားရှိသောအခန်းတွင် လုံလောက်သော အကာအကွယ် ပြုလုပ်ထားရမည်၊

(ဃ) မီးလုံးများကို ပြောင်းလဲတပ်ဆင်နေစဉ်အတွင်း ဓာတ်အားဆက်သွယ်ထားခြင်းမှ ဖြတ်ထားရမည်၊

(င) ရွေ့ပြောင်းနိုင်သောမီးလုံး၏ မီးသီးခေါင်းကို ယင်း၏ အကာအကွယ် သို့မဟုတ် သတ္တုပစ္စည်းနှင့် သတ္တုသဘောအရ ဆက်သွယ်ခြင်းမရှိရ၊

(စ) အလွယ်တကူမီးလောင်နိုင်သော ဓာတ်ငွေ့ သို့မဟုတ် အခိုးအငွေ့ရှိသော သတ္တုတွင်းများတွင် ဒန် (Aluminium) ကို လျှပ်ကူးပစ္စည်းအဖြစ် အသုံးမပြုရ၊

(ဆ) ရထားသံလမ်းနှင့် ကာကွယ်မှုကိစ္စတွင် အသုံးပြုသော လျှပ်ကူးပစ္စည်းများအတွက် သွပ်ရည် သို့မဟုတ် သံဖြူရည်စိမ် သံမဏိကို လျှပ်ကူးပစ္စည်းအဖြစ် အသုံးပြုရမည်၊

(ဇ) မီးလောင်ခြင်းအန္တရာယ် ဖြစ်နိုင်သော မြေအောက်သတ္တုတွင်း၌ neutral ကြိုးနေရာများတွင် စုပေါင်းမြေဓာတ်ချထားသော ကာကွယ်မှုစနစ် (protective multiple earthing neutral system) ကို အသုံးမပြုရ၊

(ဈ) ဓာတ်အားပေးခြင်းကြောင့် လျှပ်စစ်ပစ္စည်းကိရိယာတစ်ခုမှ မီးပွားထွက်ခြင်း ဖြစ်ပေါ်လျှင် ယင်းကိရိယာ၏ မီးပွားထွက်နိုင်သော အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုခုကို ထုတ်ဖော်ပြီး စစ်ဆေးခြင်း သို့မဟုတ် ညှိခြင်းပြုလုပ်ရန် လိုအပ်သော အချိန်အပိုင်းအခြားအတွင်း ဓာတ်အား ဖြတ်တောက်ထားရမည်၊

(ည) လျှပ်စစ် မီးလုံးများအားလုံးကို လေလုံသောပစ္စည်းအတွင်း ဖုံးအုပ်ထားရမည့်အပြင် မီးအိမ် အုပ်ဆောင်းများ အားလုံးကို လေလုံစွာ ဆီးလ်လုပ်ရမည်၊

(ဋ) မီးတောက်လုံ (Flame proof) မီးလုံးများတွင် အလွယ်တကူ မီးလောင်နိုင်သော ဓာတ်ငွေ့ သို့မဟုတ် အခိုးအငွေ့များ၏ ရာခိုင်နှုန်းကို အလိုအလျောက် ဖော်ပြနိုင်သော အသုံးချ ကိရိယာများသည် သတ္တုတွင်း စစ်ဆေးရေး တာဝန်ခံက သဘောတူ ခွင့်ပြုထားသော အမျိုးအစား ဖြစ်ရမည်ဖြစ်ပြီး လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်မှု မှန်ကန်အောင် ထိန်းသိမ်း ထားရမည်၊

အခန်း(၆)

အေစီ-ဒီစီမော်တာများ

AC-DC MOTORS

မော်တာဆိုသည်မှာ လျှပ်စစ်စွမ်းအင်မှ စက်မှုစွမ်းအင်သို့ပြောင်းလဲပေးသော လျှပ်စစ်ကိရိယာ ဖြစ်သည်။

AC MOTOR များသည် AC Supply Voltage ကို အသုံးပြုပြီး DC MOTOR များ သည် DC Supply Voltage ကို အသုံးပြုကြသည်။

MOTOR များကို ယေဘုယျအားဖြင့် ဖော်ပြပါအတိုင်း အမျိုးအစားခွဲခြားနိုင်သည်။

MOTOR

- **AC MOTOR**
  - **1ϕ AC MOTOR**
    - Split Phase induction motor
    - Capacitor start motor
    - Resistor start motor
    - Shaded pole motor
    - Repulsion motor
  - **3ϕ AC MOTOR**
    - Squirrel cage
    - Wound rotor
    - Synchronous
- **DC MOTOR**
  - SERIES
  - SHUNT
  - COMPOUND

မော်တာတွင် တည်ငြိမ်နေသောအပိုင်း Stator နှင့် လည်ပတ်နေသော အပိုင်း Rotor ဟူ၍ အဓိကအစိတ်အပိုင်း (၂)ပိုင်း ပါဝင်သည်။

STATOR တွင် အောက်ပါတို့ ပါဝင်တပ်ဆင်ထားရှိသည်။

- Frame
- End Plates
- Core and Slot
- Terminal Box
- Name Plate
- Centrifugal Switch (1ϕ AC MOTOR)
- Winding

1ϕ AC Motor Stator တွင် Starting Winding နှင့် Running Winding ပါရှိပြီး 3 ϕ AC Motor ၏ Stator တွင် Winding (၃)ခု ပါရှိသည်။

DC Motor ၏ Stator တွင် Field Winding များ အစုလိုက်တပ်ဆင်ထားသည်။

မော်တာ၏လည်ပတ်နေသောအပိုင်း Rotor တွင် အောက်ဖော်ပြပါတို့ပါရှိသည်။

- Shaft
- Core and Slot
- Squirrel cage rotor

  Cu/ AL bars
- Wound rotor

  Slot ⟶ Winding

  Shaft ⟶ Sliprings
- DC motor

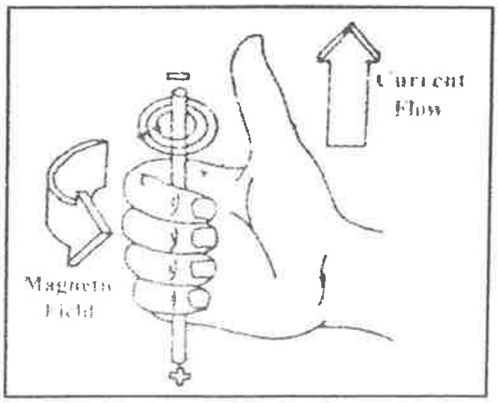
  Armature Winding

  Shaft ⟶ Commutator

Basic Motor Theory

Magnetic Field Around a Conductor

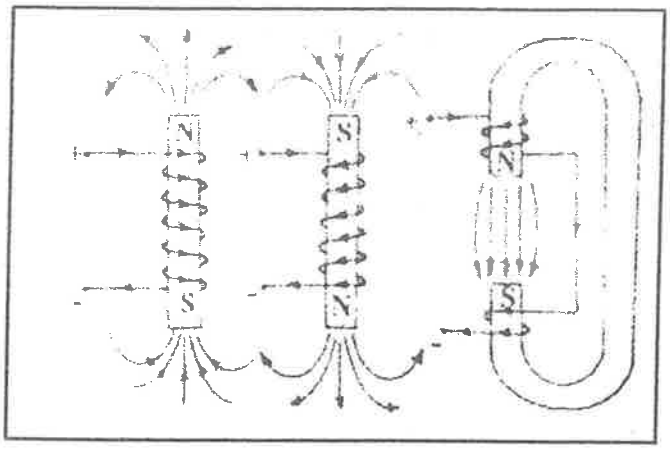
ဝါယာကြိုး(conductor)တစ်ချောင်းတွင် လျှပ်စီးစီးဆင်းစေပါက ၎င်းဝါယာကြိုး၏ ဝန်းကျင်တွင် သံလိုက်စက်ကွင်း(Magnetic Field) များဖြစ်ပေါ်သည်။



ပုံ (၆-၁)လျှပ်စီးလားရာနှင့် သံလိုက်စက်ကွင်းလားရာပြပုံ

ဝါယာကြိုးကို ညာလက်ဖြင့် အုပ်ကိုင်၍ လက်မကို လျှပ်စီး၏လားရာအတိုင်း (Current Flow) ဖြစ်စေလျှင် ကျန်လက်ချောင်းများလားရာသည် သံလိုက်စက်ကွင်း Magnetic Field များ၏ လားရာဖြစ်သည်။

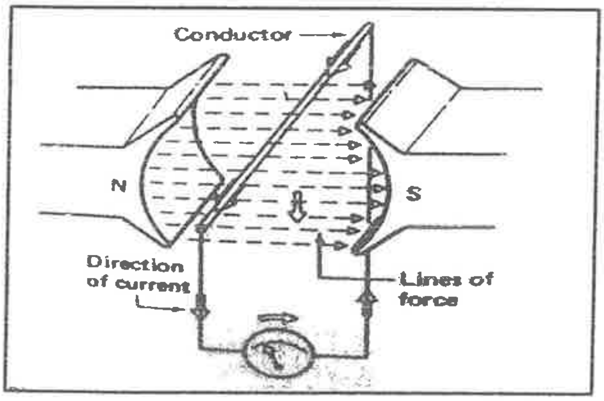
How to Produce North Pole and South Pole



ပုံ (၆-၂)လျှပ်စီးလားရာနှင့် ဝင်ရိုးစွန်းပြပုံ

သံအူတိုင်တစ်ခုကို လက်ယာရစ်ဖြင့်လည်းကောင်း အခြားသံအူတိုင်ကို လက်ဝဲရစ်ဖြင့်လည်းကောင်း ပတ်ခွေပါက မြောက်ဝန်ရိုးစွန်း (North Pole) နှင့် တောင်ဝန်ရိုးစွန်း (South Pole) ဖြစ်ပေါ်စေသည်။

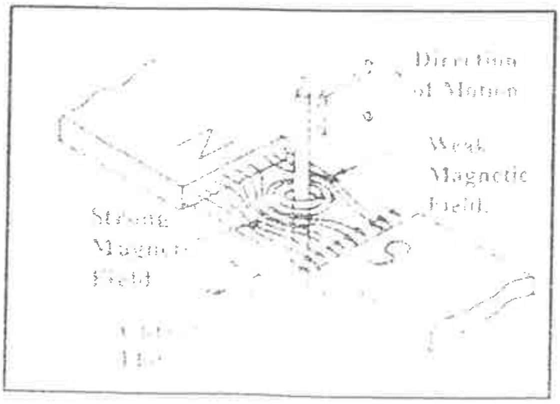
ညှို့ငင်လျှပ်စစ်တွန်းအား Induced electromotive Force

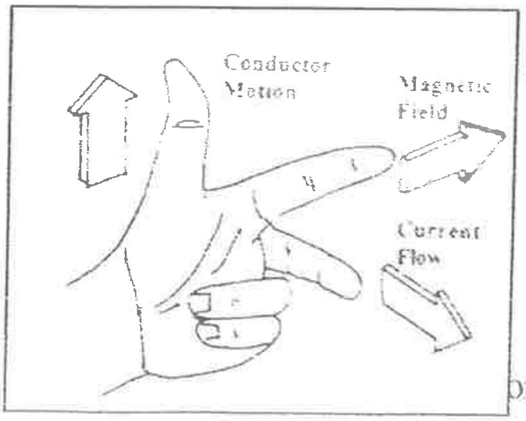


ပုံ (၆-၃) Induced electromotive Force ဖြစ်ပေါ်ပုံ

သံလိုက်စက်ကွင်းအတွင်းConductorတစ်ခုကို ရွေ့လျားစေပါက ၎င်း Conductor တွင် Induced Emf ဖြစ်ပေါ်သည်။

A Potential is Induced in the Conductor when it cuts lines of force



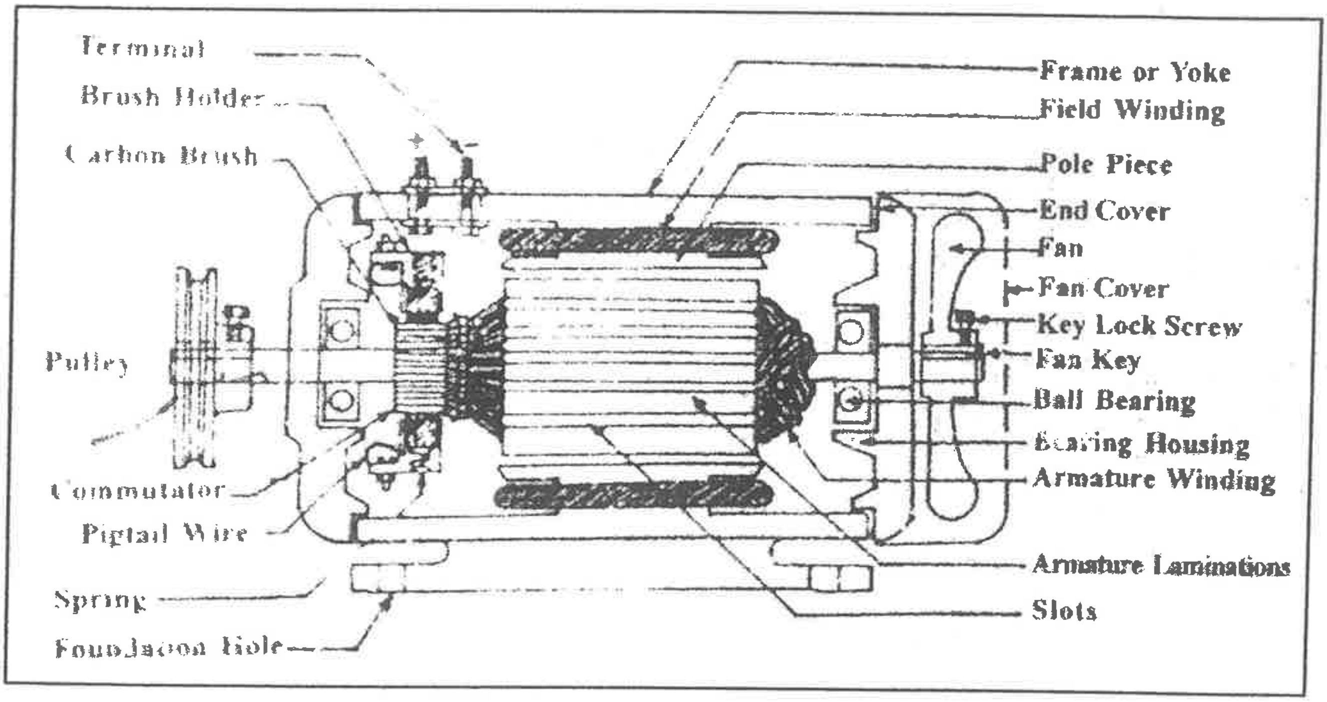


or တစ်ချောင်း

ပုံ (၆-၄) Magnetic Field နှင့် Current Flow လားရာပြပုံ

သံလိုက်အားလမ်း (A Strong Magnetic Field) ဖြစ်ပေါ်သည်။ အားများရာဘက်မှ တွန်းအားကြောင့် Conductor သည် အားနည်းရာဘက်သို့ ရွေ့လျားမှု Direction of Motion ဖြစ်ပေါ်သည်။ ဘယ်လက်စည်းမျဉ်း Left Hand Rule အရ လက်ညှိုး ညွှန်ရာသို့ စီးဆင်းနေသော သံလိုက်စက်ကွင်းအတွင်းရှိ Conductor ၌ လက်ခလယ်၏ လားရာ အတိုင်း Current စီးဆင်းလျှင် ၎င်း Conductor သည် လက်မညွှန်ရာသို့ ရွေ့လျားမည်။

DC MOTOR CONSTRUCTION



ပုံ (၆-၅)DC Motor တွင် ပါဝင်သော အစိတ်အပိုင်းများ

Working Principle of DC Motor

DC Motor ၏ Stator တွင် ပတ်ခွေထားသော Field Winding အတွင်းသို့ DC Supply Current စီးဆင်းစေသောအခါ တည်ငြိမ်နေသော ဝင်ရိုးစွန်း Field Pole များကိုဖြစ်ပေါ်စေသည်။

DC Supply Current သည် Carbon Brush မှတဆင့် Commutator Bar များသို့ ရောက်ရှိပြီး ထိုမှတဆင့် Armature Winding အတွင်းစီးဝင်ပြီး Armature Pole များကို ဖြစ်ပေါ်စေသည်။

တည်ငြိမ်နေသော Field Pole များကို Armature Pole များက တွန်းကန်ခြင်းဖြင့် Torque အားရရှိပြီး Continuous Rotation ဖြင့် DC Motor လည်ပတ်ခြင်းဖြစ်သည်။

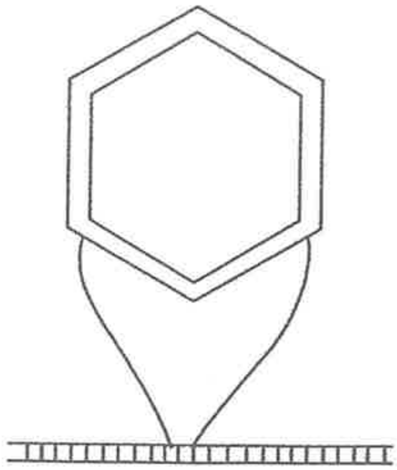
Armature Winding

DC Motor တွင် Armature Winding အရစ်အပတ်နှစ်မျိုးရှိသည်။ ၎င်းတို့မှာ

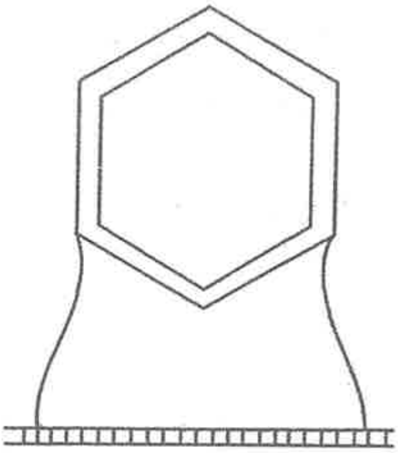
(1) Laping Winding(အထပ်အရစ်အပတ်)

(2) Wave Winding (လှိုင်းပုံအရစ်)

Armature Coil တစ်ခုသည် နီးကပ်သော Commutator Bar နှစ်ခု၌ ဆက်လျှင် Lap Winding ဖြစ်ပြီး ကွိုင်နှင့်ဆက်သော Bar နှစ်ခုကွာလျှင် Wave Winding ဖြစ်သည်။



ပုံ (၆-၆) Lap Winding



ပုံ (၆-၇) Wave Winding

DC Motor Classification

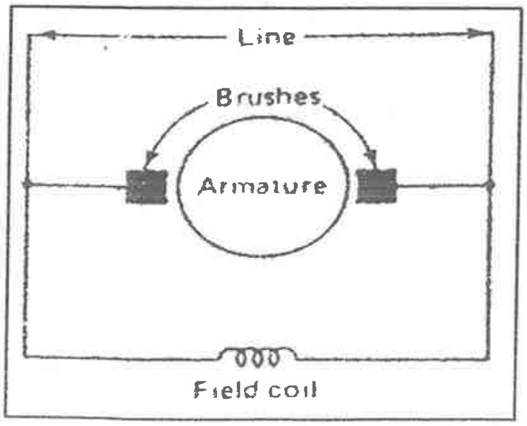
DC Motor သုံးမျိုးရှိသည်။ ၎င်းတို့မှာ

၁။ တန်းဆက်အရစ်ပတ်မော်တာ(Series-Wound Motor)

၂။ ရှန့်အရစ်ပတ်မော်တာ (Shunt- Wound Motor)

၃။ ကွန်ပေါင်းအရစ်ပတ်မော်တာ(Compound – Wound Motor)

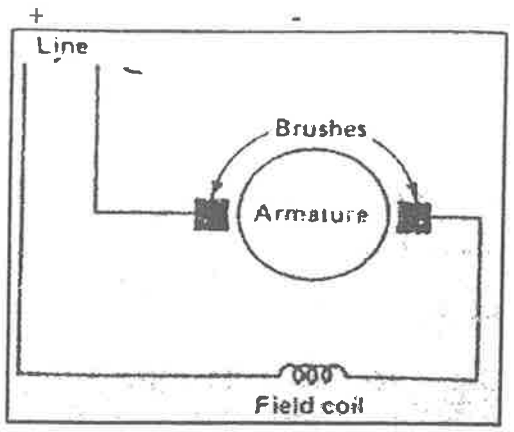
Shunt Wound Motor



ပုံ (၆-၈) Schematic of shunt –wound dc motor

Field Winding နှင့် Armature Winding ကို အပြိုင် (Parallel) ဆက်သွယ်ထားသည်။ စတင်လိမ်အား Starting Torque အသင့်အတင့် ကောင်းမွန်သည်။ ယင်းမော်တာတွင် ဝန်များလေ လျှပ်စီးများလေဖြစ်ပြီး၊ ဝန်နည်းလေ လျှပ်စီးနည်းလေ ဖြစ်သောကြောင့် မော်တာလည်ပတ်နှုန်း (Speed) ကို လိုသလို ထိန်းချုပ်နိုင်သည်။

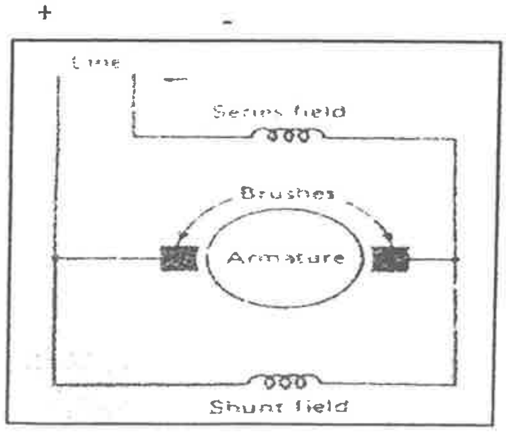
Series – wound Motor



ပုံ (၆-၉) Diagram of series-wound dc motor

Field Winding နှင့် Armature Winding တို့ကို တန်းဆက် (Series) ဆက်သွယ်ထားသည်။။ Load ပိုလာပါက Speed ကျသော်လည်း Torque အားပိုကောင်းလာပါသည်။ Starting Torque အားကောင်းသည်။ Load ပေါ်မူတည်၍ Speed ပြောင်းလဲမှုရှိသည်။ Load ကိုဖယ်ရှားပါက လည်နှုန်းအလွန် မြင့်တက်ပျက်စီးတတ်သည်။ ထို့ကြောင့် ဝန်နှင့်အမြဲ ဆက်သွယ်ထားသော စက်ယန္တယားများ၊ ဝန်ချီစက် (Crane)၊ Electric Train ၊ ဓာတ်လှေကား (Lift)၊ ဂီယာမော်တာများ၌ အသုံးပြုသည်။

Compound - Wound Motor



ပုံ (၆-၁၀) Compound - Wound Motor

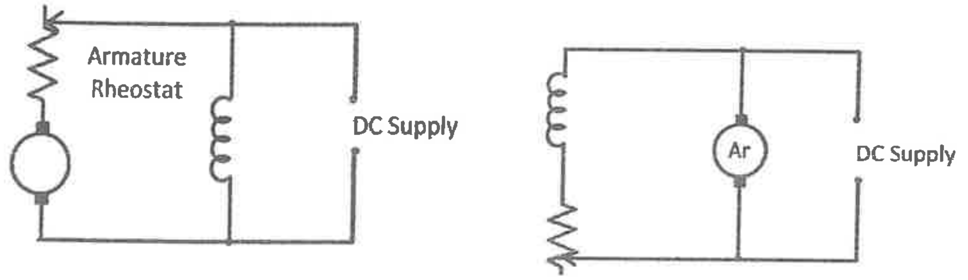
တန်းဆက်အရစ်အပတ်မော်တာနှင့် ရှန့်အရစ်အပတ်မော်တာတို့ကို ပေါင်းစပ်ထားသော မော်တာအမျိုးအစား ဖြစ်လေသည်။ ဤမော်တာမျိုးသည် Starting Torque အလွန်ကောင်းမွန်ခြင်း၊ Shunt – Wound Motor ထက် လည်နှုန်းပိုမို၍ တည်ငြိမ်မှုရှိခြင်း၊ Load ဖယ်ရှားသော်လည်း လည်နှုန်းမြင့်တက်ပျက်စီးမှု မရှိခြင်းတို့ကြောင့် ဝန်ပမာဏများစွာဖြင့် လုပ်ဆောင်ရသော ဝန်ချီစက်များ (Cranes) နှင့် စက်မှုလုပ်ငန်းများ၌ တွင်ကျယ်စွာ အသုံးပြုသည်။

Speed Control

Shunt wound Motor ၏ Armature Circuit ၌ Rheostat ခံ၍ Resistance ကိုများစေပါက Current ကျဆင်း၍ Speed ကျလာသည်။ Resistance ကို နည်းစေပါက Current များလာပြီး Speed မြန်လာသည်။

Shunt - wound motor ၏ Shunt Field ၌ Rheostat ခံ၍ Resistance တိုးပေးပါက Current ကျဆင်း၍ စက်ကွင်းပြင်အား(Field Strength) လျော့နည်းလာသည်။ Field Strength နည်းခြင်းသည်Armature ၌ လျှပ်စီးပိုမိုစီးဆင်းခြင်းကို ခွင့်ပြုသဖြင့် Armature Current များလာပြီး Speed တက်လာသည်။ Shunt Rheostat ၏ Resistance နည်းပေးပါက Field Current များလာ၍ Field Strength ပိုမိုကောင်းလာသည်။ အားကောင်းသော သံလိုက်အားလမ်းများသည် Armature Winding ၌ လျှပ်စီးမှုကို ဟန့်တားသဖြင့် Armarture Current နည်းလာပြီး Speed နည်းလာသည်။

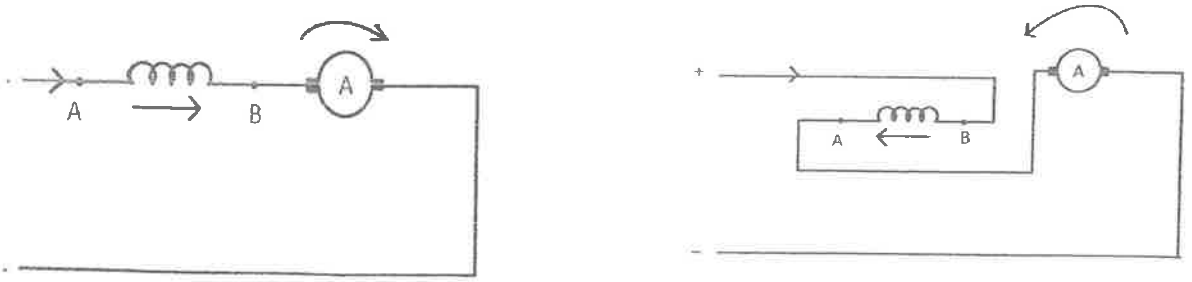
လက်တွေ့၌ Shunt Field Current သည် Armature Current ထက် နည်းသဖြင့် Shunt Rheostat ထည့်သော နည်းကို အသုံးများသည်။ Series wound motor များ၌ DC supply Volt ကို ပြောင်းလဲပေးခြင်းဖြင့် Speed Control ပြုလုပ်နိုင်သည်။



ပုံ (၆-၁၁) Shunt Rheostat အသုံးပြုပုံ

Reversing a DC Motor

DC Motor ကိုပြောင်းပြန်လည်ပတ်စေလိုပါက Armature (သို့) Field Winding တစ်ခုခုကို ပြောင်းပြန် (Reverse Polarity) ဆက်ပေးပါက DC Motor ပြောင်းပြန်လည်မည်။



ပုံ (၆-၁၂) Field Winding ကို ပြောင်းပြန်ဆက်သွယ်ခြင်းဖြင့် DC Motor ပြောင်းပြန်လည်ပတ်ပုံ

SINGLE PHASE AC MOTOR

AC Motor များကို တည်ဆောက်ပုံမူကွဲများအရ အမည်ကွဲများ ပေးထားသည်ကို တွေ့ရသည်။ အသုံးများသော Single Phase AC Motor များမှာ-

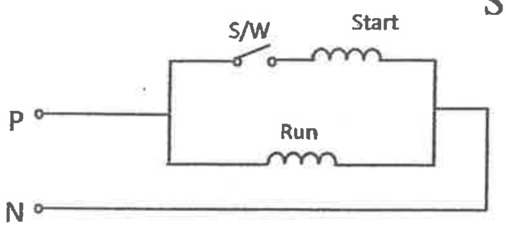
၁။ ဖေ့စ်ကွဲညှို့မော်တာ (Split Phase Induction Motor)

၂။ ကပက်စီတာ (သို့) ကွန်ဒင်ဆာမော်တာ (Capacitor (or) Condenser Motor)

၃။ ကြေးကွင်းစွပ်မော်တာ (Shaded Pole Motor)

၄။ ရီးပါးလ်ရှင်းမော်တာ (Repulsion)

Split Phase Induction Motor



Starting Winding သည် Coil Size သေး၍ အပတ်ရေ နည

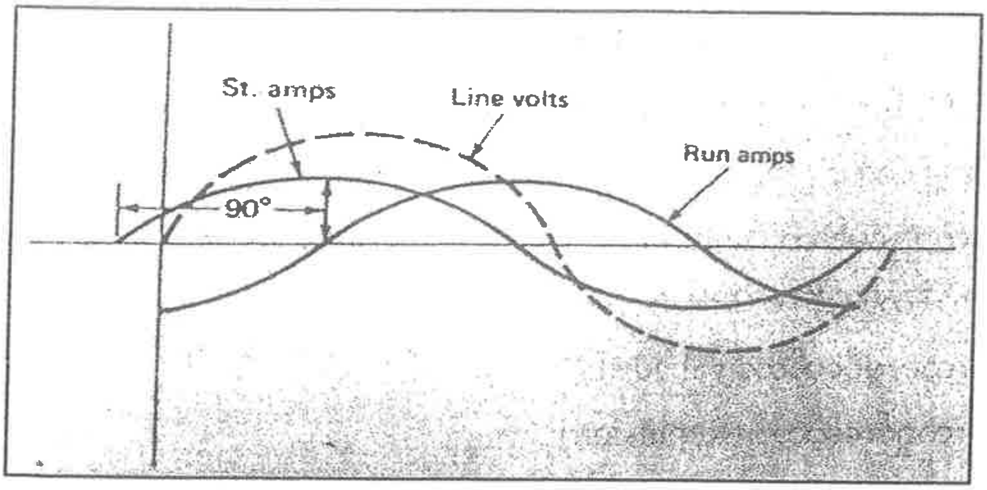
ပုံ (၆-၁၃) Split Phase Induction Motor ပတ်လမ်းပြပုံ

Starting Winding သည် Coil size သေး၍ အပတ်ရေနည်းသဖြင့် Resistacne များပြီး AC လျှပ်စီးဟန့်တားမှု Inductive Reactance နည်းသည်။ Running Winding သည် Coil size ကြီး၍ Resistacne နည်းပြီး AC လျှပ်စီးဟန့်တားမှု Inductive Reactance များသည်။

ထို့သို့ Winding နှစ်ခု၌ မတူညီသော Impedance ရှိကြသဖြင့် အပြိုင်ဆက်၍AC Current စီးဆင်းစေသောအခါ Impedance နည်းသော Starting Winding ၌ လျှပ်စီးမှုစော၍ Impedance များသော Running Winding သည် 90 Electrical Degree (သို့) အချိန်အားဖြင့် 5 ms မျှ လျှပ်စီးမှုနောက်ကျသည်။

Principle Of Rotating Magnetic Field

ထိုကဲ့သို့ Winding နှစ်ခုကို Impedance မတူအောင်ပတ်၍ လျှပ်စီးမှုအချိန်ကွာစေခြင်းဖြင့် Stator ၌ Rotating Magnetic Field လည်ပတ်နေသော သံလိုက်အားလမ်းများ ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ၎င်း Rotating Field သည် Rotor တွင် Short လုပ်ထားသောကြေး (သို့) ဒန်ချောင်းများ (Rotor Bars) ၌ လျှပ်စစ်သံလိုက်ညှို့အား သက်ရောက်မှု Electro magnetic Induction Effect ကြောင့် High Current စီးဆင်းသည်။ ထိုလျှပ်စီးကြောင့် Rotor သည် သံလိုက်တုံးဖြစ်လာပြီး Stator Field ၏ ညှို့ယူဆွဲငင်ခြင်း ခံရသဖြင့် စဉ်ဆက်မပြတ်လည်ပတ်မှု Continuous Rotation ဖြစ်ပေါ်လာသည်။



ပုံ (၆-၁၄) Capacitor – Start , Start- Winding နှင့် Run-Winding Amps 90° Above

Synchronous Speed and Rotor Speed

Synchronous Speed = သံလိုက်အားလမ်းများ၏လည်ပတ်နှုန်း

$$N_s = \frac{120f}{p}$$

f = AC frequency

p = No.of Pole

Rotor Speed = N_R = N_S - (Slip Speed)

Percentage Slip = $\frac{Ns-Nr}{Ns} \times 100$

Eg-1

2 Pole Ns = $\frac{120 \times 50}{2} = 3000$ rpm

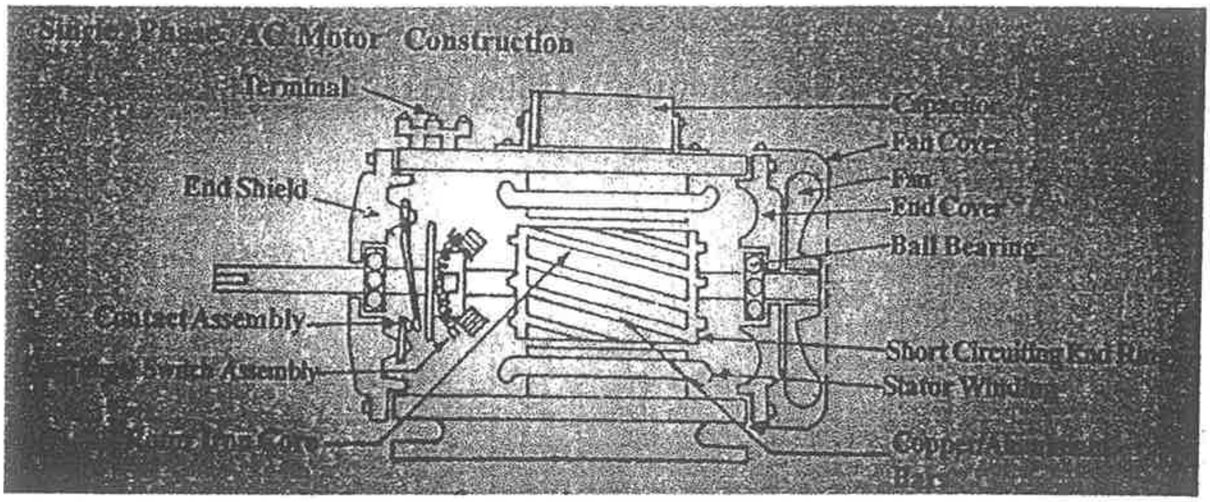
% Slip = 5 %

$N_R = N_S - \frac{\%\ Slip \times Ns}{100} = 3000 - \frac{5 \times 3000}{100}$

$= 2850$

Rotor Speed = 2850 rpm

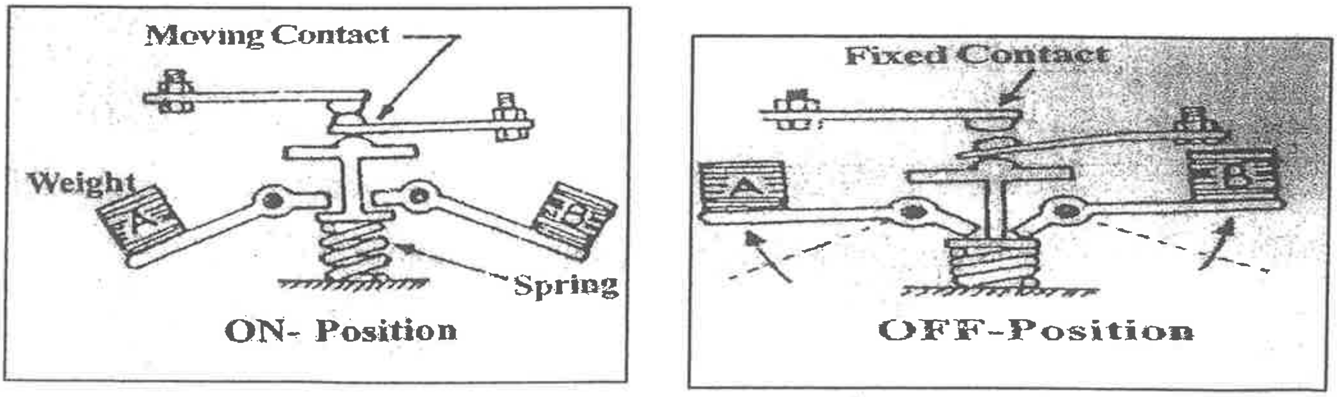
Single Phase AC Motor Construction



ပုံ (၆-၁၅) Single Phase AC Motor တွင် ပါဝင်သော အစိတ်အပိုင်းများ

Centrifugal Switch(ဗဟိုခွာခလုတ် C G S)

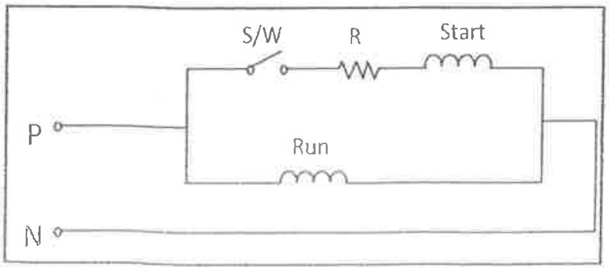
Motor စတင်လည်သည့်အခါ Starting နှင့် Running Winding နှစ်ခုလုံးသည် Line နှင့်အပြိုင် ဆက်သွယ်ထားသည်။ Motor လည်နှုန်းသည် Full Load Speed ၏ 75% ခန့် ရှိသောအခါ ဗဟိုခွာခလုတ်ပွင့်၍ Starting Winding ကို လျှပ်စီးပတ်လမ်းမှ ဖြတ်ပြီး Running Winding ဖြင့် ဆက်လက်လည်ပတ်သည်။



ပုံ (၆-၁၆) Centrifugal Switch အလုပ်လုပ်ပုံ

Classification of Split Phase Induction Motor

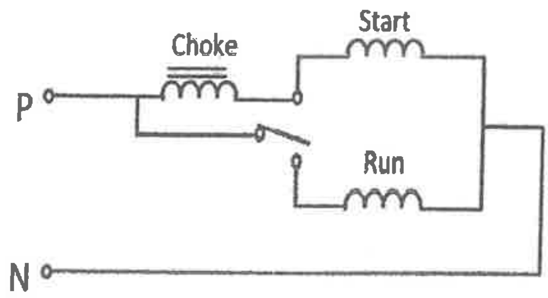
(a) Resistor Start Motor



ပုံ (၆-၁၇) Resistor Start Motor ပတ်လမ်းပြပုံ

ယင်းမော်တာတွင် လျှပ်ညှိ Reactor (သို့) ယင်းမော်တာတွင် Starting Winding ၌ Resistor ကို Series ဆက်သွယ်ထားသည်။ ဝန်ပြည့်လည်နှုန်း၏ Resistor ကို 75 % ဗဟိုခွာခလုတ်ပွင့်၍ ကြိုးခွေ Starting Winding ကို လျှပ်စီးပတ်လမ်းမှ ဖြတ်ပေးသည်။

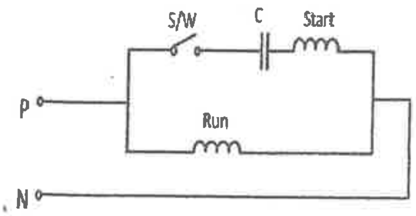
(b) Reactor Start Motor



ပုံ (၆-၁၈) Reactor Start Motor ပတ်လမ်းပြပုံ

Choke Coil ကို Main Winding နှင့် Series ဆက်သွယ်ထားသည်။ Full Load Speed ၏ 75 % ခန့်ရောက်လျှင် ဗဟိုခွာခလုတ်သည် Starting Winding ကို ပတ်လမ်းမှ ဖယ်ရှား၍ Reactor ကို Short Circuit ပတ်လမ်းတိုပြုလုပ်သည်။

2. Capacitor Start Motor

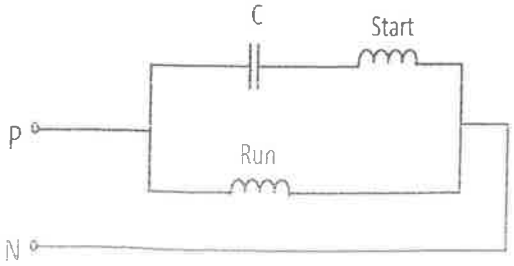


nding ကိုCapacitor နှင့် Series ဆက်သွယ်ထားသည်။ Capac

ပုံ (၆-၁၉) Capacitor Start Motor ပတ်လမ်းပြပုံ

ယင်းမော်တာတွင် Starting Winding ကို Capacitor နှင့် Series ဆက်သွယ်ထားသည်။ Capacitor သည် Running နှင့် Starting Winding တို့၏ Phase difference ကို ပိုမိုကြီးစေသောကြောင့် Starting Torque ပိုမိုကောင်းမွန်သည်။ သတ်မှတ်လည်နှုန်း၌ ဗဟိုခွာခလုတ်ပွင့်၍ Capacitor နှင့် Starting Coil ကို လျှပ်စီးပတ်လမ်းမှ ဖယ်ရှားပေးသည်။

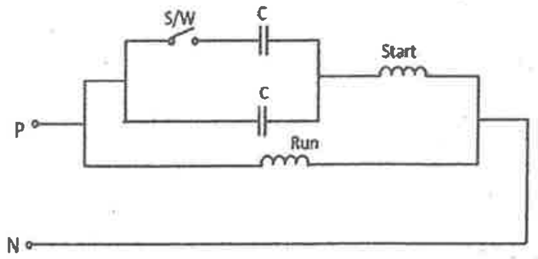
(a) Permanent Split Capacitor Motor



ပုံ (၆-၂၀) Permanent Split Capacitor Motor ပတ်လမ်းပြပုံ

ဤမော်တာ၌ မော်တာစတင်လည်ပတ်သည့် အချိန်၌လည်းကောင်း၊ အမြဲတမ်း လည်နေသည့်အချိန်၌လည်းကောင်း၊ လျှပ်စီးပတ်လမ်း၌ အမြဲပါဝင်နေသည့်အတွက် ဗဟိုခွာခလုတ်မပါဝင်ချေ။ Start& Run Winding နှစ်ခုလုံးသည် မော်တာလည်စဉ် တစ်လျှောက်လုံး သွင်ခွဲလျှပ်စီးစီးဆင်းလျက် အတူပါဝင်နေသည်။ Torque အား ကောင်းမွန်၍ Speed Regulation လည်နှုန်းတည်ငြိမ်မှု ရှိသဖြင့် Oil Burner ,Fan Motor များ၌ အသုံးပြုကြသည်။

(b) Two Value Capacitor Motor



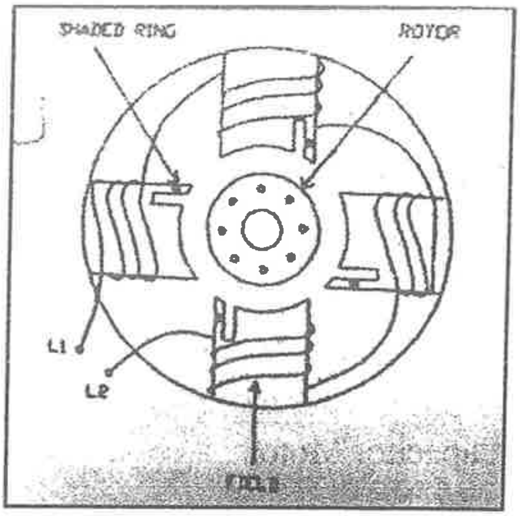
ပုံ (၆-၂၁) Two Value Capacitor Motor ပတ်လမ်းပြပုံ

မော်တာစတင်လည်စဉ် တန်ဖိုးများသောCapacitor နှင့် တန်ဖိုးနည်းသော Capacitor နှစ်မျိုးကို Parallel ဆက်၍ Start Winding နှင့် Series ဆက်သွယ်အသုံးပြုသည်။ သတ်မှတ်လည်နှုန်းအရောက်တွင် ဗဟိုခွာ ခလုတ်ပွင့်၍ တန်ဖိုးများသော Capacitor သည် ပတ်လမ်းမှဖယ်ရှားခံရပြီး တန်ဖိုးနည်းသော Capacitor နှင့် Starting Coil သည် Running Position ၌ ဆက်လက်ပါဝင်သည်။

ကြေးကွင်းစွပ်မော်တာ(Shaded Pole Motor)

ကြေးကွင်းစွပ်မော်တာတစ်လုံးကို အပိုင်း(၄)ပိုင်းဖြင့် ဖွဲ့စည်းထားသည်။ ၎င်းတို့မှာ-
(၁) သံလိုက်အူတိုင် (၂) စက်ကွင်းဝါယာခွေ (၃) ကြေးကွင်းများ(Shading Coil) နှင့်(၄) ရှဉ့်လှောင်အိမ်ရိုတာ တို့ဖြစ်သည်။

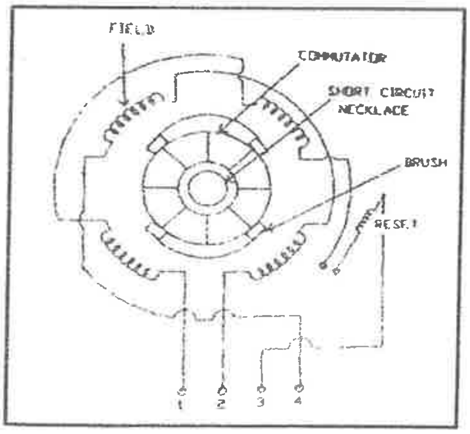
မော်တာ၏စက်ကွင်းခွေများ ရစ်ပတ်ရသည့် ဝန်ရိုးစွန်းအောက်ခံတုံးပေါ်တွင် တုတ်ခိုင်သော ကြေးကွင်းတစ်ခု(သို့) အများကို စွပ်တပ်ထားသောကြောင့် ကြေးကွင်းစွပ်မော်တာဟုခေါ်သည်။ စက်ကွင်းဝါယာခွေအတွင်းသို့ လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ပေးလွှတ်လိုက်သောအခါ သံလိုက်လိုင်းများ ထွက်ပေါ်လာသည်။ ယင်းသံလိုက်လိုင်းတို့သည် ဝင်ရိုးစွန်းအောက်ခံအဖြစ် ပြုလုပ်ထားသော သံလိုက်အူတိုင်ပြားများအတွင်းမှလမ်းကြောင်းအဖြစ် ဖြတ်သန်းသွားကြသည်။ ကြေးကွင်းစွပ် အတွင်းမှ ဖြတ်သွားသည့် သံလိုက်လိုင်းတို့သည် ကြေးကွင်းနှင့် လွတ်သောအစိတ်အပိုင်းမှ ဖြတ်သွားသည့် သံလိုက်လိုင်းများကဲ့သို့ လွတ်လပ်မှုမရှိဘဲ အဟန့်အတားနှင့် ကြုံတွေ့ရသဖြင့် တုံ့ဆိုင်းမှုဖြစ်လေသည်။



ပုံ (၆-၂၂) ကြေးကွင်းစွပ်မော်တာအစိတ်အပိုင်းပြပုံ

ထိုအခါ သံလိုက်လိုင်းနှစ်မျိုးဖြစ်ပေါ်ကာ ၎င်းတို့အချင်းချင်းတုံ့ပြန်မှုဖြစ်ပြီး လည်ပတ်နေသော သံလိုက်နယ်မြေကို ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ထိုအခါ အရှင်တပ်ဆင်ထားသော Rotor ပေါ်တွင် သက်ရောက်အား ဖြစ်ပေါ်လာပြီး လည်ခြင်းပြုလေသည်။ ဤမော်တာများကို စွမ်းအားနည်းသော (10 W or 15 W) မျှသာရှိသော နာရီများ၊ တိုင်မာများ၊ ကလေးကစားစရာများ၊ ဆံပင်အခြောက်ခံစက်များနှင့် ပန်ကာငယ်များတွင် အသုံးပြုကြလေသည်။

ရီပါးလ်ရှင်းမော်တာ (Repulsion Motor)



ပုံ (၆-၂၃) Repulsion Motor အစိတ်အပိုင်းပြပုံ

ဤမော်တာတွင် အဓိကအားဖြင့် (၁)စတာတာ (၂) ထိပ်ပိတ်နှစ်ခု(၄) ကာဗွန်တုံးအထိုင်နှင့် ကာဗွန်တုံးများဖြင့် ဖွဲ့စည်းထားပါသည်။ စတာတာတွင် ဖေ့စ်ခွဲညှို့မော်တာများနှင့် ဝါယာခွေရစ်ခွေပုံချင်းတူသည်။ ရိုတာတွင် ဒီစီမော်တာ၏ အာမေချာကဲ့သို့ ဝါယာခွေများ ရစ်ခွေပြီး Commutator ကြေးစိပ်များနှင့် ဆက်ထားသည်။ Commutator ကြေးစိပ်နှစ် မျိုးရှိသည်။ တစ်မျိုးမှာ ဒီစီမော်တာကဲ့သို့ ဝင်ရိုးချောင်းနှင့် အပြိုင်တပ်ဆင်ထားပြီး နောက်တစ်မျိုးမှာ ဝင်ရိုးချောင်းကို မျဉ်းမတ် (Perpendicular) တပ်ဆင်ထားသည်။

ဤမော်တာတွင် ကာဗွန်တုံးများ၏ အလုပ်မှာ ဒီစီမော်တာကဲ့သို့ အာမေချာကို စက်ကွင်းဝါယာခွေနှင့် ဆက်ရန်လည်းမဟုတ်၊ Armature Wire ခွေအတွင်းသို့ လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ပေးသွင်းရန်လည်း မဟုတ်ချေ။ ကာဗွန်တုံးအားလုံးကို တစ်ခုနှင့်တစ်ခု ပေါင်းကူးဆက်သွယ်ပြီး ရှော့ပြုလုပ်ပေးထားသည်။ ရည်ရွယ်ချက်မှာ Armature Wire ခွေအချင်းချင်းကြား လျှပ်စီးစီးဆင်းသွားနိုင်ရန်ဖြစ်သည်။

ဤမော်တာများသည် ဝန်အားရှိလျှက်နှင့်ပင် စနိုးသောအခါ လျှပ်စီးအား အနည်းငယ်သာဆွဲယူသည်။ ထို့ကြောင့် ဤမော်တာကို ဗို့အားနည်းသော အနေအထားမှာပင် ကောင်းစွာအသုံးပြုနိုင်သည်။ ယေဘုယျအားဖြင့် ဤမော်တာကို သုံးမျိုးခွဲခြားထားသည်။ (၁) Repulsion Motor (၂) Repulsion Start Induction Motor (၃) Repulsion Induction Motor ဟူ၍ဖြစ်သည်။

မော်တာထိန်းသိမ်းခြင်းနှင့်စစ်ဆေးခြင်း

DC Motor များ၌ Commutator နှင့် Carbon Brush ကြားမှ မီးပွား Spark များစွာထွက်နေလျှင် ကြေးစိပ်များ၏ မျက်နှာပြင်နှင့် ကြေးစိပ်တစ်ခုနှင့် တစ်ခုကြားနေရာများ Cleaning ပြုလုပ်ခြင်း၊ Carbon Brush နှင့် ကြေးစိပ်များ ထိတွေ့မှုဖိအား Contact Pressure တို့ကို စစ်ဆေးပြုပြင်ရမည်။

Spark အလွန်များ၍ Motor လည်နှုန်းကျဆင်းနေပါက Field Winding နှင့် Armarture Coil များ၌ Turn Short (သို့) Ground Fault အဖြစ်များ ဖြစ်ပေါ်မှုကြောင့်ဖြစ်သည်။ Field Winding ကို D.C ဗို့အား 2V မှ 6 V ခန့်နှင့် ဆက်သွယ်ပြီး ဝန်ရိုးစွန်းကွိုင်တစ်ထုပ်စီ၏ ဗို့အားကို တိုင်းယူပါ။ ဗို့အားမတူဘဲ နည်းနေသော ကွိုင်ထုပ်၌ ပတ်လမ်းတို Turn Short ရှိနေသည်။

Armature Winding ၌ ပတ်လမ်းတို အပြစ်ရှာရန် ကြေးစိပ်တစ်စိပ်၌ ဆက်သွယ်ထားသော ကြိုးစတို့ကို ဖြုတ်၍ ခွဲထားပါ။ ထိုအခါ Armature Coil တို့သည် Closed Loop ပတ်လည် ဆက်သွယ်နေမှု မရှိတော့သဖြင့် ကြေးစိပ်တစ်စိပ်နှင့် တစ်စိပ်ကြားရှိ ကွိုင်တစ်ကွိုင်စီ၏ ခုခံမှုကို တိုင်းယူခြင်းဖြင့် ရှာဖွေနိုင်သည်။ သို့မဟုတ် ခွဲထားသောကြိုးနှစ်စ၌ DC ဗို့အားအနည်းငယ်ပေး၍ ကြေးစိပ်တစ်ခုနှင့် တစ်ခုကြားဗို့အားတို့ကို တိုင်းယူနှိုင်းယှဉ်ခြင်းဖြင့် Short ရှိ၍ ဗို့အားနည်းနေသော Coil ကို ရှာဖွေနိုင်သည်။

1ϕ A.C မော်တာများ၌ Main (သို့) Start Winding တစ်ခုခုပြတ်နေလျှင်လည်းကောင်း၊ Capacitor Open ဖြစ်လျှင်လည်းကောင်း၊ ဗဟိုခွာခလုတ်မထိလျှင်လည်းကောင်း၊ မော်တာမလည်နိုင်ပါ။ Winding များ၌ ပတ်လမ်းတို Turn Short ရှိခြင်း၊ Start နှင့် Run Coil များထိနေခြင်း၊ Coil များပေါက်၍ Body နှင့် Earth Fault ဖြစ်နေခြင်း၊ Capacitor Short ဖြစ်နေခြင်း၊

ဗဟိုစွာခလုတ်ပွင့်နေခြင်း၊ Coil များ၌ ကြိုးဆက်မှားသဖြင့် ဝင်ရိုးစွန်းဖြစ်ပေါ်မှု မမှန်ခြင်းတို့ရှိလျှင် မော်တာနေးကွေးစွာ လည်မည်။ (သို့) မော်တာလည်စဉ် Current များ၍ အလွန်ပူနေမည်။

Winding များကို Megger Test လုပ်ရမည်။ Start နှင့် Run Winding များ၌ Turn Short ရှိ/မရှိ စမ်းသပ်ရန် Winding အစနှစ်စကို DC ဗို့အားအနည်းငယ်ဖြင့် ဆက်သွယ်ပါ။ Pole Coil တစ်ခုစီ၏ ဗို့အားကို တိုင်းယူနှိုင်းယှဉ်ကြည့်ပါ။ ဗို့အားနည်းသော Coil သည် ပတ်လမ်းတို အပြစ်ရှိသည်။

ဝင်ရိုးစွန်းဖြစ်ပေါ်မှု မှန်/မမှန် စစ်ဆေးရန် Coil နှစ်စကို DC ဗို့အနည်းငယ်ဖြင့် ဆက်ပါ။ ဝင်ရိုးစွန်းတစ်ခုစီ၌ သံလိုက်အိမ်မြှောင် Compass ဖြင့် အစဉ်လိုက်နီးကပ်စွာထားကြည့်ပါက Pole တစ်ခုနှင့်တစ်ခု N နှင့် S ဆန့်ကျင်ကြောင်းသံလိုက်အိမ်မြှောင် လည်၍ပြမည်။ အိမ်မြှောင်လက်တံ မလည်ဘဲနေပါက နီးကပ်သော Coil နှစ်ခုသည် တူညီသော ဝင်ရိုးစွန်းဖြစ်ပေါ်နေသည်။ (သို့) ဝင်ရိုးစွန်းနှစ်ခုကို မှီ၍ ထိနိုင်သော သံချောင်းတစ်ချောင်းဖြင့် တစ်လှည့်စီ ထိကပ်ကြည့်ပါက သံချောင်းကို Pole တစ်စုံအတိုင်း ဆွဲကပ်ထားရမည်။ Pole တစ်စုံသည် သံချောင်းကို မဆွဲပါက တူညီသော ဝင်ရိုးစွန်းဖြစ်ပေါ်နေ၍ဖြစ်သည်။

3ф Motor များ၌ 1 ф သာဝင်နေလျှင် မော်တာလည်မည်မဟုတ်၊ သို့မဟုတ် သုံးသွင်ဖြင့် တစ်သွင်လည်နေစဉ် ပြတ်သွားပါက 2 ф ဖြင့်ဆက်လည်နေပြီး မကြာမီ Motor လောင်မည်ဖြစ်သည်။3ф အဆုံးနှင့်အစ သတ်မှတ်မှုဒီဂရီမမှန်ခြင်း၊ ဝင်ရိုးစွန်းဖြစ်ပေါ်မှုမမှန်ခြင်း၊ Coil Group များဆက်မိခြင်း၊ Coil များ၌ Turn Short များရှိနေခြင်း၊ Phase တစ်ခုနှင့်တစ်ခု Coil များ Short ဖြစ်နေခြင်း၊ Phase တစ်ခု ပြောင်းပြန်ဆက်မှားခြင်း၊ Rotor Bar များချောင်နေခြင်း၊ Short Circuit Ring ပြုတ်နေခြင်း၊ Bearing များခိုင်နေခြင်း၊ Rotor နှင့် Stator ပွတ်တိုက်နေခြင်း တို့ဖြစ်လျှင် Motor နေးကွေး၍လည်နေမည်။

Turn Short ရှိ/မရှိ ကို ကွိုင်သုံးကွိုင်၌ တစ်ကွိုင်စီကို DC ဗို့အားအနည်းငယ်ပေးသော နည်းဖြင့် ရှာဖွေနိုင်သည်။ U_1, V_1 နှင့် W_1 တို့၏ ဒီဂရီမှန်/မမှန် စစ်ဆေးရမည်။ North Pole, South Pole အစဉ်လိုက်ဖြစ်ပေးမှု မှန်/မမှန် Compass (သို့) သံလိုက်နည်းဖြင့် သံချောင်းငယ်ဖြင့် စစ်ဆေးနိုင်သည်။ Star နှင့် Delta ဆက်သွယ်မှု မမှားယွင်းစေရန် ဂရုပြုရမည်။ Rotor ၌ Short Bar များပြတ်နေခြင်း၊ ချောင်နေ ခြင်းဖြစ်၍ ဝန်ကိုမရုန်းနိုင်ဘဲ Current မြင့်တက်နေမည်။ Copper (သို့) Aluminium ဖြင့် အသစ်ပုံလောင်း၍ ဆက်သွယ်ပေးနိုင်သည်။

Motor Loading and Efficiency

မော်တာများကို Load 50 % မှ 100 % ကြားတွင်သာ မောင်းနှင်အသုံးပြုရန် Design ပြုလုပ်ထားသည်။

မော်တာ၏ အကောင်းဆုံးစွမ်းရည် ηသည် ပုံမှန်အားဖြင့် 75 % အနီးအနားတွင်ရှိသည်။ ထို့ကြောင့် 10 Hp မော်တာကို 5 Hp- 10 Hp ကြား Load တွင် မောင်းနှင်သင့်သည်။7.5 Hp သည် ၎င်းမော်တာ၏အများဆုံးမောင်းနှင်မှုဖြစ်သင့်ပြီး အကောင်းဆုံး ηကိုရရှိမည်။ Load ၏40 % ထက်လျော့နည်းစွာမောင်းနှင်ပါက မော်တာများ၏ η သည် သိသာစွာကျဆင်းသည်။

နေ့စဉ်အသုံးပြုနေသော မော်တာ၏ Loading သည် 50 % ထက် လျော့ကျနေပါက ဆက်လက်အသုံးမပြုသင့်ပေ။ သင့်လျော်သော အရွယ်အစားရှိသည့် မော်တာကို ပြန်လည်ရွေးချယ်တပ်ဆင်သင့်သည်။

အလားတူမော်တာကို လိုအပ်သည်ထက် လျော့၍ ရွေးချယ်မိပါက Over Load ဖြစ်ပြီး အပူများစွာ ထွက်၍ η ကျဆင်းပြီး မော်တာလောင်ကျွမ်းနိုင်သည်။ မော်တာ၏ Rated Load ထက်ပိုပိုသော Load တွင် မောင်းနှင်ပါက မော်တာ၏ η နှင့် သက်တမ်းကို လျော့ကျစေသည်။

အခန်း(၇)
မော်တာနှိုးခလုတ်

AC မော်တာများသည် ဗို့အားအပြည့်ဖြင့် စတင်လည်မည်ဆိုပါက စလည်လျှပ်စီး (Starting Current) သည် (Normal running current) ၏ (၂) ဆမှ (၆) ဆအထိ ဆွဲ၍ လည်ပတ်ပေမည်။ အကြောင်းမှာ မော်တာ၏ ရှိတာတည်ငြိမ်အား (Inertia) နှင့် ဝန်အားရုန်းရခြင်းများကြောင့် ဖြစ်ပါသည်။

သို့သော် ကြီးမားသည့် မော်တာကြီးများအတွက် ယင်း (Starting Current) ကို လျှော့ချရန် လိုအပ်ပါသည်။ အကြောင်းမှာ စက်ကြီးများကို မောင်းနှင်နေသော မော်တာများ ပျက်စီးနိုင်၍ ဖြစ်ပါသည်။ ဓာတ်အားပေးစနစ်ကို နှောင့်ယှက်မှုများလည်း ဖြစ်ပေါ်ပြီး တူညီသော ဓာတ်အားလိုင်းပေါ် ရှိ အခြားမော်တာများ လည်ပတ်မှုကိုလည်း နှောင့်ယှက်မှုဖြစ်ပေါ်စေနိုင်သည်။

မော်တာငယ်များသည် စလည်လျှပ်စီး (Starting Current) အလွန်အမင်းဆွဲခြင်းကို ခံနိုင်ပြီး (Line) နှောင့်ယှက်မှုသိပ်မရှိပါ။ A hand operated သို့မဟုတ် Automatic starting switch များကို Control အတွက် သုံးနိုင်ပါသည်။ ဤအမျိုးအစားခလုတ်များသည် မော်တာကို Line နှင့် တိုက်ရိုက်ဖြတ်၍ ဆက်သွယ်အသုံးပြုသဖြင့် Across the line starter သို့မဟုတ် Direct on line starter ဟုလည်း ခေါ်ကြပါသည်။

ကြီးသောမော်တာကြီးများတွင် Starting Current ကို လျှော့ချနိုင်မည့် အကူပစ္စည်းကိရိယာများ ထည့်သုံးရန် လိုအပ်ပေမည်။ ၎င်းကိရိယာများသည် Resistance Unit တစ်ခု သို့မဟုတ် Auto transformer တစ်ခု ဖြစ်ပေသည်။ ၎င်း Starting method ကို အသုံးပြုသည့် Controllers များကို Reduced voltage starter များဟုလည်း ခေါ်ကြပါသည်။ Controller သည် မော်တာများကို အပူလွန်ကဲခြင်း (Over Heating) နှင့် ဝန်ပိုရုန်းရခြင်း (Over Loading) မဖြစ်အောင် အကာအကွယ်ပေးပြီး မော်တာအရှိန်ထိန်းချုပ်ခြင်း Motor speed control ၊ နောက်ပြန်မလည်ခြင်း (Reversing) နှင့် ဗို့အားကျဆင်းမှု (Voltage drop) ဖြစ်ခြင်းတို့ကို ကာကွယ်အားဖြည့်ပေးပါသည်။

အောက်ပါလူသိများသော (Controllers) အမျိုးအစားများမှာ-

(၁) Push button switch starters (For small motors)

(၂) Magnetic across the line starters (DOL)

(၃) Reduced voltage resistance starters

(၄) Compensator starters (Auto transformer starter)

(၅) Star - Delta starters

(၆) Part winding starters

(၇) Two speed controllers

(၈) Plugging and braking controllers တို့ဖြစ်ကြပါသည်။

၎င်းအမျိုးအစားများထဲမှ အဓိကအခြေခံကျသော အောက်ပါအခြေခံနှိုးကိရိယာ (၄)မျိုးကို လေ့လာမည်ဖြစ်ပါသည်-

(၁) Direct on line starter

(၂) Star - Delta starters

(၃) Auto transformer starter

(၄) Rheostat starter

(၁) Direct on line starter

(က) Iron - clad switch

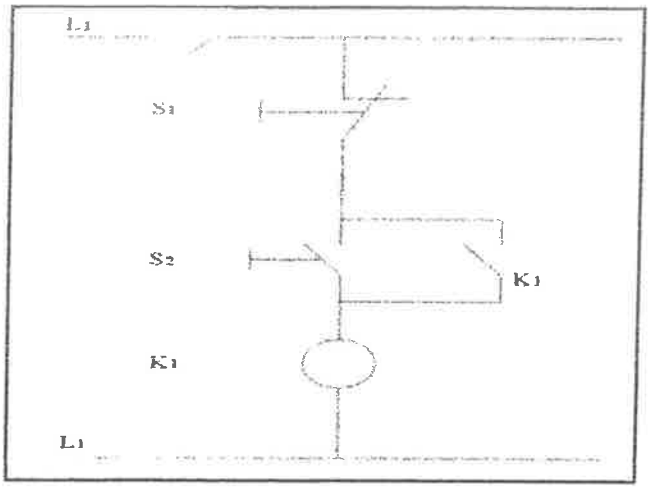
(ခ) Miniature circuit breaker (အငယ်စားပတ်လမ်းဖြတ်ကိရိယာ)

(ဂ) Push - button starter (နှိပ်ခလုတ်နှိုးကိရိယာ)

(ဃ) Magnetic starter (သံလိုက်အားထိန်းနှိုးကိရိယာ) တို့ကို အသုံးပြုကြပါသည်။

မော်တာမြင်းကောင်ရေအား အရွယ်အစားအလိုက် မည်သည့်နှိုးကိရိယာကို အသုံးပြုရမည်ဟု သတ်မှတ်ချက်မရှိပါ။ မော်တာတပ်ဆင်ထားသောနေရာ၊ ဓာတ်အားလိုင်းများ၏ အခြေအနေပေါ် မူတည်ပါသည်။

မော်တာတပ်ဆင်ထားသော နေရာသည် ဓာတ်အားပေးစက်ရုံ (Transformer Station) နှင့် နီးကပ်ပြီး လိုင်းကြိုးများမှာလည်း အရွယ်အစား ကြီးမားခဲ့ပါက၊ မော်တာမြင်းကောင်ရေ အတော်အတန်ကြီးသော်လည်း Direct on line starter ကိုပင် သုံးနိုင်ပါသည်။ မော်တာတပ်ဆင်ထားသောနေရာသည် ဓာတ်အားပေးစက်ရုံလိုင်းကြိုးအရွယ်ကြီးသော်လည်း ဓာတ်အားလိုင်းသည် ဝန်ပိုထမ်းနေရပါက၊ မော်တာမြင်းကောင်ရေသေးသော်လည်း ဗို့အားလျှော့နှိုးကိရိယာကို သုံးသင့်က သုံးရပါမည်။ သာမန်အခြေအနေတွင် (၂၃၀)ဗို့ တစ်သွင်စနစ်၌ မြင်းကောင်ရေ (၂)ကောင်အားအထိ လည်းကောင်း၊ 3 Phase (၄၀၀)ဗို့ စနစ်မြင်းကောင်ရေ (၁၀)ကောင်အားအထိလည်းကောင်း Direct on line starter များကို သုံးနိုင်ပြီး ၎င်းထက်ကျော်လွန်သွားပါက Reduced Voltage starter ဗို့အား လျှော့နှိုးကိရိယာအမျိုးမျိုးကို သုံးစွဲသင့်ပေသည်။



ပုံ (၇-၁) A Magnetic starter

Magnetic starter သည် သံလိုက်အားသုံး၍ **Contacts point** များကို ဆွဲထိပြီး၊ လျှပ်စစ်ပတ်လမ်းသို့ ဆက်သွယ်ပေးသည့် ကိရိယာတစ်ခုဖြစ်ပါသည်။ **Magnetic contactor** တစ်ခုတွင် သံလိုက်အားကိုဖြစ်စေသည့် **Holding Coil** တစ်ခု၊ ဓာတ်အားလိုင်းကို ဆက်သွယ်ဖြတ်တောက်ပေးမည့် **Main Contacts Point** များ၊ **Control circuit** ကို အဖွင့်အပိတ်ပြုလုပ်ပေးမည့် **Auxiliary contacts** များ ပါဝင်ပါသည်။ ၎င်း **Contactor** အား **Start - stop push button station** နှင့် **Over load unit** တို့ဖြင့်တွဲ၍ ဆက်သွယ်လိုက်ပါက မော်တာတစ်ခုကို လည်နိုင်၊ ရပ်နိုင်သော **Direct on line starter (Magnetic starter)** တစ်ခုကို ပုံပါအတိုင်း တည်ဆောက်သုံးစွဲနိုင်မည်ဖြစ်ပါသည်။

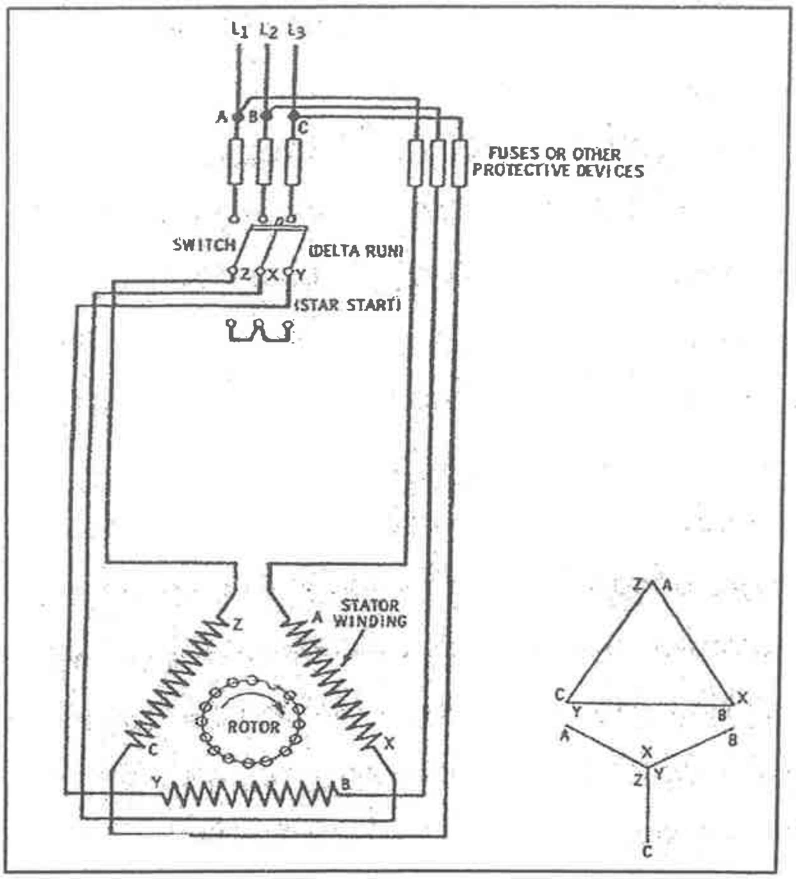
Star - Delta Starter

Star - Delta starter သည် မော်တာစတင်လည်ပတ်ချိန်၌ ဗို့အားကို လျှော့နည်းရရှိစေပြီး၊ မော်တာအရှိန်ရမှ ဗို့အား (လျှပ်စစ်ဖိအား) အပြည့်ရရှိစေသည့် နှိုးကိရိယာဖြစ်သည်။ 3 Phase မော်တာများတွင် ဝါယာခွေ (၃)ခုရှိပြီး မော်တာ Terminal box သို့ အစ (၆)စ ထုတ်ထားပါသည်။

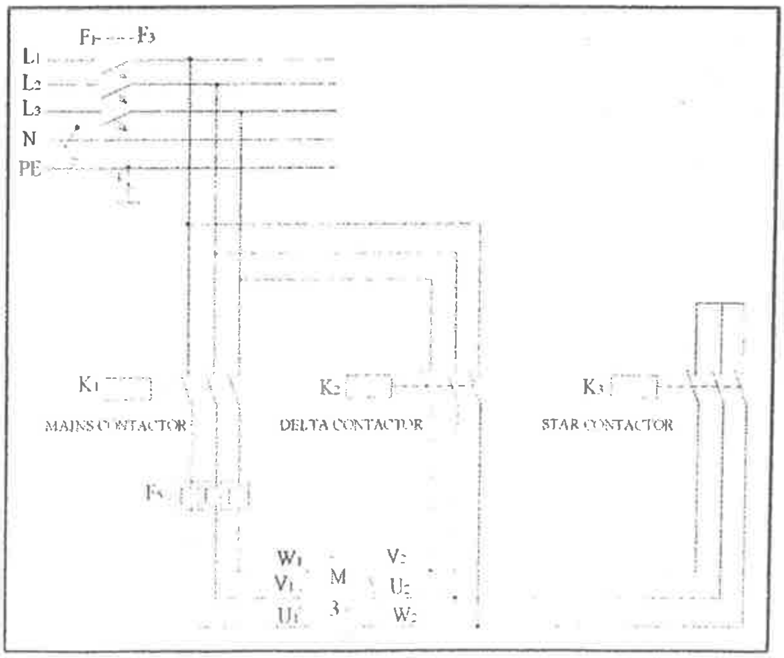
မော်တာကို ဗို့အားလျှော့ချပေးလိုသည့်အခါတွင် **Star** ပုံစံ ဆက်သွယ်ပေးပြီး၊ ဗို့အားအပြည့်ပေးလွှတ်မည့်အခါတွင် **Delta** ပုံစံ ဆက်သွယ်ပေးရပါသည်။

ဆက်သွယ်မှုများကို **Manual** စနစ်၊ **Auto** စနစ်တို့ သုံးပြီး ဆက်သွယ်ပေးနိုင်ပါသည်။ **Manual** ဆက်သွယ်မှုကို Three Pole Double Throw Changeover ခလုတ်ကိုသုံး၍ ပုံ (၇-၂) အတိုင်း ဆက်သွယ်နိုင်ပါသည်။

Auto စနစ်သုံး Star – Delta starter တစ်ခုတွင် Magnetic contactor (၂)လုံး သို့မဟုတ် (၃)လုံးနှင့် Start – stop push button station တစ်ခုနှင့် timer တစ်ခု၊ over load unit တို့တွဲပြီး ပုံ(၇-၃) အတိုင်း ဆက်သွယ်အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။



ပုံ (၇-၂) Star - Delta Motor Connection Diagram



ပုံ (၇-၃) Auto စနစ်သုံး Star – Delta starter

3 Phase မော်တာတစ်ခုတွင် ဝါယာတစ်ခွေစီသည် လျှပ်စစ်ဖို့အား (၄၀၀)ခံနိုင်အောင် ပြုလုပ်ထားသည်။ မော်တာအား Star ဆက်သွယ်မှု ပြုလုပ်သည့်အခါ (၄၀၀)ဗို့အားကို ဝါယာအခွေနှစ်ခွေတန်းဆက် ဆက်၍ ခံပေးသဖြင့် ဝါယာအခွေတစ်ခုစီသည် (၂၃၀)ဗို့ခန့်သာ ရှိပါတော့သည်။ Delta ဆက်သွယ်သောအခါ (၄၀၀)ဗို့အားကို ဝါယာတစ်ခွေသာခံ၍ ဆက်ပေးသဖြင့် Delta

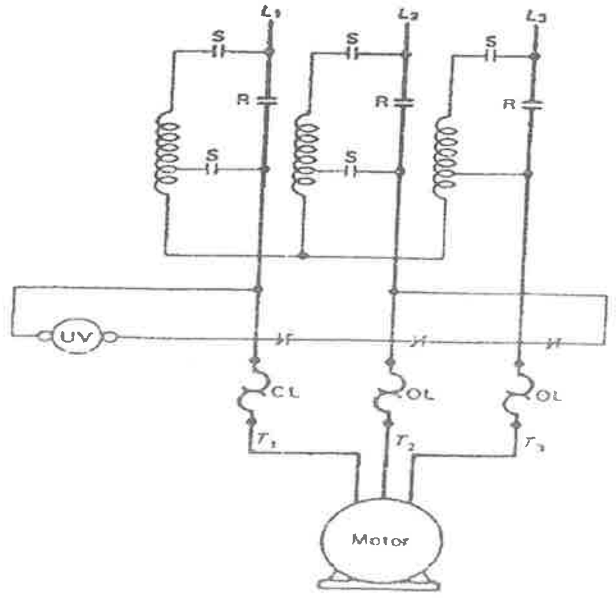
ဆက်သွယ်မှုပြုလုပ်သောအခါ မော်တာဝါယာ၏ တစ်ခွေသည် (၄၀၀)ဗို့အား အပြည့်ရရှိပြီး အလုပ်လုပ်ပါသည်။

Star ဆက်သွယ်မှုမှ **Delta** ဆက်သွယ်မှုပြောင်းရာတွင် **Magnetic Contactor** များ ပြိုင်တူဆွဲကပ် ပါ က **3 ø dead short** ဖြစ်ပြီး လျှပ်စစ်အန္တရာယ် ကြုံတွေ့နိုင်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် **Electrically Interlock** များ ကို တိကျစွာ ထည့်သွင်းအသုံးပြု တပ်ဆင်ရပါသည်။ **Star** မှ **Delta** ပြောင်းရန် လုံလောက်သော အချိန်ပေးရန် အထူးလိုအပ်ပါသည်။ **Timer** သည် တစ်ခါတစ်ရံ လုံလောက်သော အချိန်မပေးဘဲ စဉ်ဆက်အလုပ်လုပ်တတ်သဖြင့် **Magnetic Contactor** များ ပျက်စီးပြီး လုပ်ငန်းခွင်အန္တရာယ်လည်း ဖြစ်စေတတ်ပါသည်။

မြင်းကောင်ရေကြီးမားသော မော်တာကြီးများ၌ စတင်လည်ပတ်ချိန် စက္ကန့်ပိုင်းအတွင်း လျှပ်စီးလွန်ကဲစွာ ဝင်ရောက်ခြင်းမဖြစ်စေရန် လျှပ်စစ်ဖိအား(ဗို့အား)ကို လျှော့ချ၍ ပေးရပေမည်။ **Auto Transformer Starter** သည် မော်တာစတင်နှိုးချိန်၌ မော်တာကွိုင်ခွေများနှင့် ဓာတ်အား လိုင်းကို တိုက်ရိုက်ဆက်သွယ်မပေးဘဲ၊ ၎င်း၏ တဆင့်ခံကွိုင်ခွေမှတဆင့် မော်တာကွိုင်ခွေအတွင်း သို့ လျှော့နည်းသော လျှပ်စစ်(ဗို့အား)ဖိအား ကျရောက်စေခြင်းဖြစ်သည်။ မော်တာလည်ပတ်မှု အရှိန်ရသောအခါမှသာ ဓာတ်အားလိုင်းကို **Auto Transformer** မှတစ်ဆင့် စေလွှတ်ခြင်းဖြင့် မော်တာကို မြင့်သော လျှပ်စစ်ဖိအား ကျရောက်စေသည်။ ဓာတ်အားလိုင်းနှင့်လည်း တိုက်ရိုက် ဆက်သွယ်ပေးပြီးဖြစ်ပေသည်။

Auto Transformer Starter ၏ **Secondary winding** ကို အစ တစ်စ၊ နှစ်စ၊ သုံးစ၊ လေးစ စသည်ဖြင့် ဝါယာအစများထုတ်၍ လိုအပ်သလို ဆက်သွယ်မှုကို ပြုလုပ်ပေးရသည်။

3 Phase မော်တာများ၌ **Two Winding** သို့မဟုတ် **Three Winding Auto - Transformer Starter** များကို သုံးကြပါသည်။



ပုံ (၇-၄) Auto Transformer Starter ဖြင့် မော်တာမောင်းနှင်ပုံ

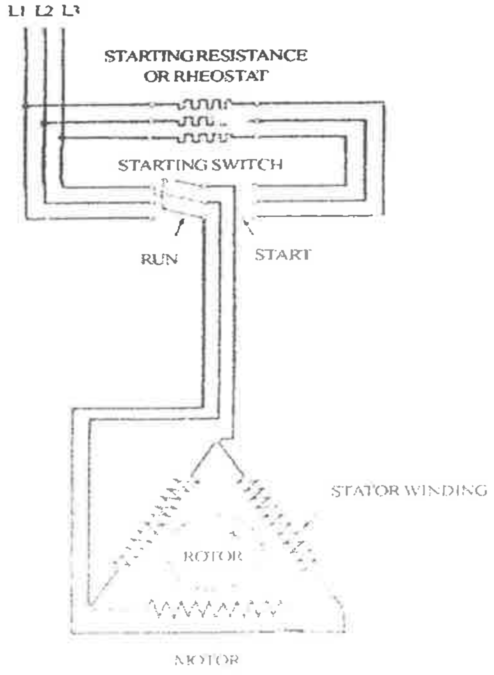
မော်တာနှိုးခလုတ်များပြုပြင်ထိန်းသိမ်းခြင်း

မော်တာနှိုးခလုတ်များသည် လျှပ်စီးအပြည့်ဖြင့် အကြိမ်များစွာ အလုပ်လုပ်ရသဖြင့် **Contact Point** များစားခြင်း၊ ကွက်ခြင်းများ ကြုံတွေ့ရတတ်ပါသည်။ **Magnetic Contactor** တွင် **Main Contact** နှင့် **Auxiliary Contact** များကို မကြာခဏ စစ်ဆေးခြင်းဖြင့် ကြံ့ခိုင်မှုပြုလုပ်ခြင်းတို့ကို ပြုလုပ်ပေးရပါမည်။ **Control Circuit** ရှိ ဝါယာများဆက်သွယ်မှုကို **Loose Contact** မဖြစ်အောင် (၃)လတစ်ကြိမ်၊ (၆)လတစ်ကြိမ် စစ်ဆေးပေးရန် လိုပါသည်။ မော်တာအား ထိန်းသိမ်းမောင်းနှင်မည့် **Operator** သည် **Control Circuit** အကြောင်းနှင့် မော်တာအလုပ်လုပ်ပုံ အခြေခံအဆင့် နားလည်တတ်ဖို့ လိုပါသည်။

Rheostat Starter

Rheostat Starter သည် (ဗို့အား) ဖိအားလျှော့နှိုးကိရိယာအမျိုးအစားပင် ဖြစ်သည်။ လျှပ်ခံပစ္စည်း **Resistance** အသုံးပြု၍ မော်တာကို စတင်လည်ပတ်ချိန်၌ ဓာတ်အားလိုင်းနှင့် တိုက်ရိုက်ဆက်၍ မသုံးဘဲ **Resistance** ခံ၍ ဆက်သွယ်လည်ပတ်ပေးသည့် ကိရိယာဖြစ်ပါသည်။ Phase ကြိုးတစ်ခုလျှင် လျှပ်ခံပစ္စည်းတစ်ခုကျခံပေးခြင်းဖြင့် မော်တာစဦးလျှပ်စီးအဆမတန်စီးခြင်းကို ထိန်းပေးပါသည်။

ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်း မော်တာစနိုးလျှင် ခလုတ်မောင်းကို **Start** အမှတ်ဘက်သို့ ချိုးပါက **Phase** ကြိုးအသီးသီးတွင် လျှပ်ခံတစ်ခုကျစီခံပြီး မော်တာကွိုင်ခွေနှင့် ဓာတ်အားလိုင်းတို့ ဆက်သွယ်မိပေးသည်။ လျှပ်ခံတို့ကြောင့် မော်တာကွိုင်ခွေများတွင် ဖိအားလျှော့ရရှိပြီး မော်တာအရှိန်ရလာပြီး **Run** အမှတ်သို့ မောင်းတံကို ချိုးလိုက်ပါက ဓာတ်အားလိုင်းတွင် လျှပ်ခံခံပြီး ဆက်သွယ်မှု မရှိတော့ဘဲ မော်တာကွိုင်ခွေနှင့် ဓာတ်အားလိုင်း တိုက်ရိုက်ဆက်ဖြစ်သွားသည်။ **Resistance** များအစား (Reactor) လျှပ်ညှို့ပစ္စည်းများကိုလည်း အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။

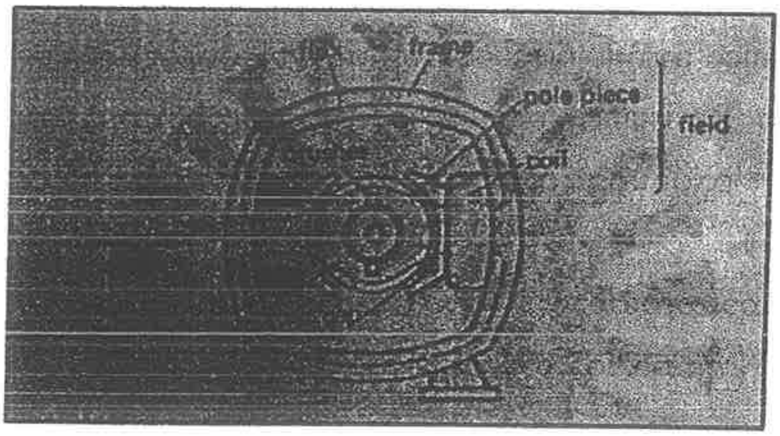


ပုံ (၇-၅) Rheostat Starter အသုံးပြု၍ မော်တာမောင်းနှင်ပုံ

အခန်း(၈)
အေစီဒီစီလျှပ်ထုတ်စက်

ဒီစီလျှပ်ထုတ်စက်

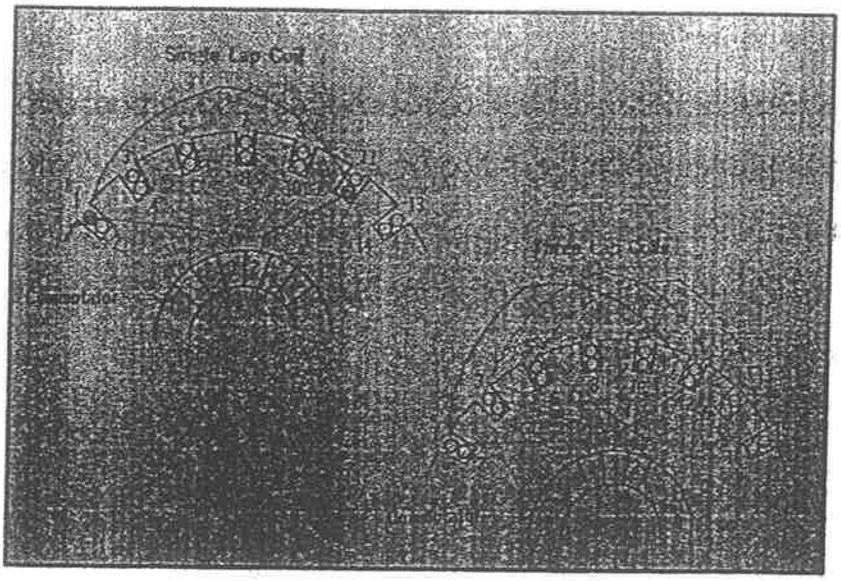
လျှပ်ထုတ်စက်တစ်လုံးတွင် သံလိုက်စက်ကွင်း ထုတ်လုပ်ပေးသော Winding ကို Field Winding ဟုခေါ်၍ လျှပ်စစ်ဓာတ်ညှို့ယူရရှိသော Winding ကို Armature Winding ဟု ခေါ်ပါသည်။ ဒီစီလျှပ်ထုတ်စက်တွင် Field Winding သည် လျှပ်ထုတ်စက်အိမ်ခွံတွင် အသေတပ်ထားပြီး လည်ပတ်မှုမရှိသဖြင့် Stator ဟုခေါ်၍ Armature Winding သည် လျှပ်ထုတ်စက် ဝင်ရိုးတွင် တပ်ဆင်ထားပြီး ပင်မလည်စက် Prime Mover ဖြင့် ဆက်စပ်ပြီး လည်ပတ်ရသဖြင့် Rotor ဟု ခေါ်သည်။



ပုံ(၈-၁) ဒီစီလျှပ်ထုတ်စက်တည်ဆောက်ထားပုံ

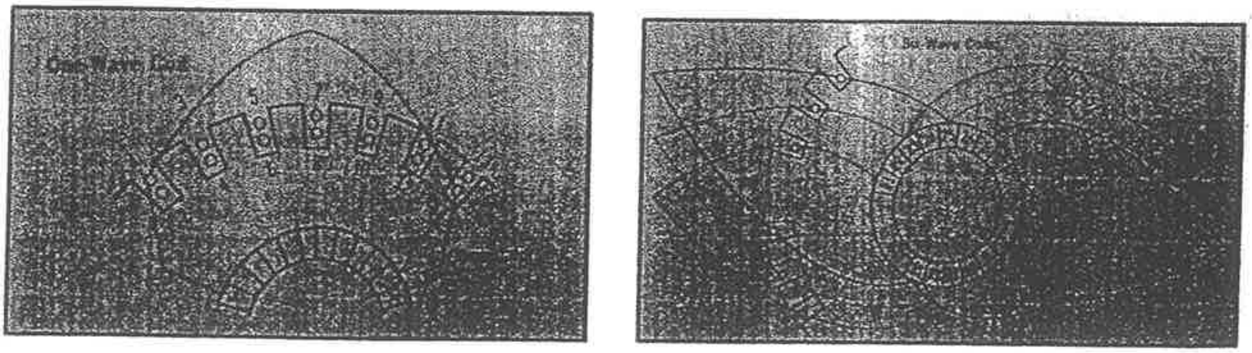
Armature Winding တွင် Commutator ကြေးကွင်းစိတ်များ တပ်ဆင်အသုံးပြုပြီး Carbon Brush မှတစ်ဆင့် ဒီစီလျှပ်စစ်အားကို ထုတ်လုပ်သည်။ လျှပ်ထုတ်စက်များတွင် Field Winding ကို ဒီစီလျှပ်စစ်ဓာတ်အားပေးရန် လိုအပ်ပါသည်။ Armature Winding တွင် Armature ပေါ်ရှိ ကွိုင်ပတ်ပုံကို မူတည်၍ Lap Winding နှင့် Wave Winding ဟူ၍ နှစ်မျိုး ရှိပါသည်။

Lap Winding ဆိုသည်မှာ Armature Slot အတွင်း Coil ကို လိုအပ်သလို ရစ်ပတ်ပြီး ကွိုင်တစ်ခု၏ အစကြိုးနှင့် အဆုံးကြိုးများကို နီးစပ်သော Commutator Bar များတွင် တပ်ဆင်သည်။ ပထမကွိုင်၏ အဆုံးနှင့် ဒုတိယကွိုင်၏အစကို Commutator Bar တစ်ခုတည်းတွင် တပ်ဆင်သည်။ ထိုသို့ တပ်ဆင်ထားသဖြင့် Pole အစုံအောက်တွင် ရှိသော Conductor Loop များသည် တစ်ခုနှင့်တစ်ခု ပြိုင်ဆက်ဖြစ်နေပါသည်။



ပုံ(၈-၂) Lap Winding ပုံ

Conductor Loop တစ်စုံစီသည် ပြိုင်ဆက်ဖြစ်သောကြောင့် အထွက်ဗို့အား တူညီပြီး Current မှာ Loop တစ်ခုစီရှိ Current အားလုံးပေါင်းခြင်းဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် ဤနည်းဖြင့် ပတ်ထားသော Armature ကို Volt နည်း၍ Current များသော လျှပ်ထုတ်စက်များတွင် အသုံးပြုပါသည်။



ပုံ(၈-၃) Wave Winding ပုံ

Wave Winding ၌ ကွိုင်တစ်ခု၏ အစနှင့်အဆုံးကို အတော်ဝေးသော Commutator Bar များတွင် ဆက်သည်။ Conductor Loop များသည် တန်းဆက်ဖြစ်သောကြောင့် အထွက်ဗို့အားသည် Conductor Loop တစ်ခုစီမှ ထွက်သော ဗို့အားစုစုပေါင်း ဖြစ်ပါသည်။ Current မှာမူ Conductor Loop တစ်ခု၏ Current အတိုင်း ဖြစ်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် ဤနည်းဖြင့် ပတ်ထားသော Armature ကို Volt များ၍ Current နည်းသော လျှပ်ထုတ်စက်များတွင် အသုံးပြုပါသည်။

အေစီလျှပ်ထုတ်စက်

အေစီလျှပ်ထုတ်စက် နှင့် ဒီစီလျှပ်ထုတ်စက် တို့၏ တူညီသော အချက်မှာ Alternating e.m.f ကို ထုတ်လုပ်နိုင်ခြင်းပင်ဖြစ်သည်။ ဒီစီ လျှပ်ထုတ်စက်တွင် အထွက် Voltage ကို Commutator နှင့် Carbon Brushes များ အသုံးပြု၍ ထုတ်လုပ်ပြီး အေစီလျှပ်ထုတ်စက် တွင် Slip Ring နှင့် Carbon Brushes များ အသုံးပြု၍ ထုတ်လုပ်ပါသည်။ အေစီ လျှပ်ထုတ်စက်ကို Alternator ဟုလည်းခေါ်သည်။

အေစီလျှပ်ထုတ်စက်တွင် အဓိက အစိတ်အပိုင်း နှစ်ခု ပါပြီး ၎င်းတို့မှာ Armature Winding နှင့် Field Winding တို့ဖြစ်ပါသည်။ အေစီလျှပ်ထုတ်စက်တွင် Armature Winding နှင့် Field Winding တို့၏ တည်ဆောက်ထားပုံကို မူတည်၍ (၂) မျိုး ခွဲခြားထားပါသည်။

(၁) Stationary Field Rotating Armature Generator နှင့်

(၂) Rotating Field Stationary Armature Generator ဟူ၍ဖြစ်ပါသည်။

ဗို့အားများစွာ ထုတ်လုပ်နိုင်သော အေစီလျှပ်ထုတ်စက်များသည် Rotating Field Stationary Armature Generator များဖြစ်ကြသည်။

(၁) Armature Winding သည် Field Winding ထက်တည်ဆောက်ပုံရှုပ်ထွေးခြင်း

(၂) ရပ်တန့်နေသော Armature Winding အား လွယ်ကူစွာ လျှပ်တားမှု ပြုလုပ်နိုင်ခြင်း

(၃) ရပ်တန့်နေသော အပိုင်း၌ရှိသော Armature Winding အား လျင်မြန်စွာ အအေးခံနိုင်ခြင်း

(၄) ဗို့အားနည်းသောField Winding အား လည်ပတ်နေသော အပိုင်း၌ လုံလောက်စွာ တည်ဆောက်နိုင်ခြင်း

(၅) ဗို့အားနည်းသောField Winding အား ဒီစီဗို့အားပေးရန် လွယ်ကူခြင်း တို့ကြောင့် ကြီးမားသော အေစီ လျှပ်ထုတ်စက်များသည် Rotating Field Stationary Armature Generator များဖြစ်ကြသည်။

အေစီလျှပ်ထုတ်စက်များတွင် Frequency နှင့် Speed သည် အောက်ပါအတိုင်း ဆက်စပ်နေပါသည်။

R.P.M = 120 f / p

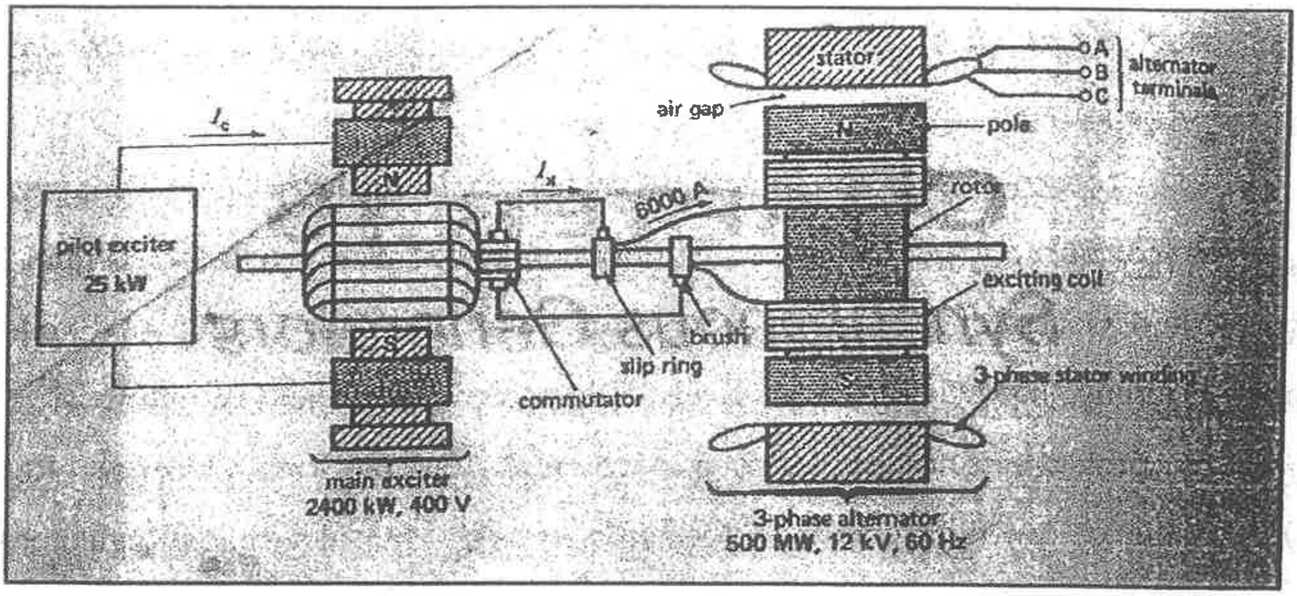
၎င်းတွင် R.P.M = တစ်မိနစ် စက်လည်နှုန်း

f = Frequency

p = ဝင်ရိုးစွန်းအရေအတွက် တို့ဖြစ်ပါသည်။

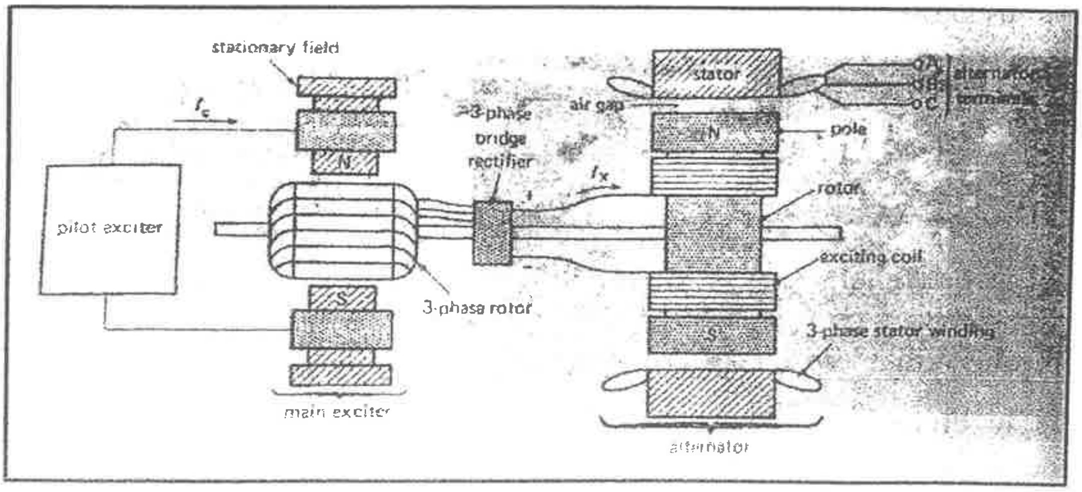
Armature Winding ၏ တည်ဆောက်ပုံသည် 3 Phase Induction Motor ၏ တည်ဆောက်ပုံ နှင့်တူသည်။ Slot များပါရှိသော Laminated Core ပေါ်တွင် 3 Phase Winding ကို တည်ဆောက်ထားပါသည်။ 3 Phase Winding ကို အမြဲတမ်း Wye Connection ဆက်သွယ်ထားပြီး Neutral ကို မြေဓာတ်ချထားပါသည်။ Phase Voltage သည် Line Voltage ၏ √3 သို့မဟုတ် 58% သာ ရှိသောကြောင့် လျှပ်တားမှုလျှော့ချနိုင်ခြင်း နှင့် Slot အတွင်းရှိ Conductor

Size ကြီးနိုင်ခြင်း၊ Wye Connection တွင် Third Harmonic ကို ချေဖျက်နိုင်ခြင်း၊ Load အမျိုးမျိုးတို့၌ 3 Phase Voltage သည် Sinusoidal ဖြစ်နိုင်ခြင်းတို့ကြောင့် Wye Connection ဆက်သွယ်ရခြင်းဖြစ်ပါသည်။



ပုံ(၈-၄) Brushes ၊ Slip Ring နှင့် Commutator များပါရှိသော အေစီလျှပ်ထုတ်စက်

Exciter မှ လျှပ်ထုတ်စက်၏ Field Winding သို့ Slip Ring နှင့် Brushes များကို အသုံးပြု၍ ဒီစီ လျှပ်စီးအားပေးရသည်။ Brushes ၊ Slip Ring နှင့် Commutator များကို သန့်စင်ခြင်း၊ ပြုပြင်ခြင်းနှင့် အသစ်လဲလှယ်ခြင်းတို့မှ ကင်းဝေးရန်အတွက် တစ်ချို့လျှပ်ထုတ်စက်ကြီးများတွင် Brushless Excitation ကို အသုံးပြုကြသည်။ ၎င်းလျှပ်ထုတ်စက်ကို Brushless Generator ဟုလည်းခေါ်သည်။



ပုံ(၈-၅) Brushless Generator

လျှပ်ထုတ်စက်တစ်လုံး၏ အထွက်ဗို့အားသည် Load အနည်းအများပေါ် မူတည်၍ ပြောင်းလဲပါသည်။ Load များသောအခါ ဗို့အားကျ၍ Load နည်းသောအခါ ဗို့အားတက်လာသည်။ ထို့ကြောင့် Generator သည် Load အတက်အကျရှိစေကာမူ အထွက်ဗို့အား တည်ငြိမ်မှုရှိစေရန်

လိုအပ်ပါသည်။ Load များသောအချိန်တွင် Field Winding မှ Magnetic Flux များများ ထုတ်ပေးရန်လိုအပ်ပြီး Load နည်းသောအချိန်တွင် Field Winding မှ Magnetic Flux နည်းနည်းသာထုတ်ပေးရန် လိုအပ်ပါသည်။ ထိုသို့ Field Winding ၏ Magnetic Flux အနည်းအများ ရရှိစေရန် Exciter မှ Field Winding သို့ ပေးသော ဓာတ်အားကိုလည်း ချိန်ညှိပေးရန် လိုအပ်ပါသည်။

ထို့အတူ Exciter ၏ဓာတ်အားအနည်းအများသည် Field Winding ၏ Magnetic Flux အနည်းအများပေါ် မူတည်ပါသည်။ Field Winding သည် Self Excited Generator များတွင် Main Generator ၏ Output မှ ရယူသဖြင့် Main Generator Output နှင့် Exciter Field Winding ကြားတွင် Variable Resistor များ အသုံးပြုပြီး Field Winding ၏ ဗို့အားနှင့် လျှပ်စီးကို ချိန်ညှိနိုင်ပါသည်။ ထိုကဲ့သို့ ချိန်ညှိရာတွင် Variable Resistor များ၏ Resistance Value ကို လက်ဖြင့် ပြောင်းရွှေ့ချိန်ညှိနိုင်သော ပစ္စည်းကို Manual Voltage Regulator (MVR) ဟုခေါ်ပါသည်။

ယခုအခါ လျှပ်ထုတ်စက်၏ Load Current နှင့် Output Voltage ကို Voltage Sensing ကိရိယာများနှင့် Electronic ပစ္စည်းများအသုံးပြု၍ Field Winding ၏ ဗို့အားနှင့် လျှပ်စီးကို အလိုအလျောက် ချိန်ညှိနိုင်သဖြင့် ယင်းပစ္စည်းကို Automatic Voltage Regulator (AVR) ဟု ခေါ်ပါသည်။

ခေတ်မီ လျှပ်ထုတ်စက်များတွင် AVR Unit သည် လျှပ်ထုတ်စက်အထွက်ဗို့အားနှင့် လျှပ်စီးကို ချိန်ညှိရုံသာမကပဲ ပင်မလည်စက် Prime Mover လည်ပတ်နှုန်းကိုပါ Tacho Meter များဖြင့် Sensing ပြုလုပ်၍ လျှပ်ထုတ်စက်၏ ကြိမ်နှုန်း Frequency ကိုပါ ချိန်ညှိနိုင်ပါသည်။

လျှပ်ထုတ်စက်ကြီးများကို အများအားဖြင့် ပြိုင်ဆက်ပြီး အသုံးပြုခြင်းကို Synchronized ပြုလုပ်ခြင်းဟုခေါ်သည်။ ယင်းသို့ လျှပ်ထုတ်စက်များကို Synchronized ပြုလုပ်ရာတွင် –

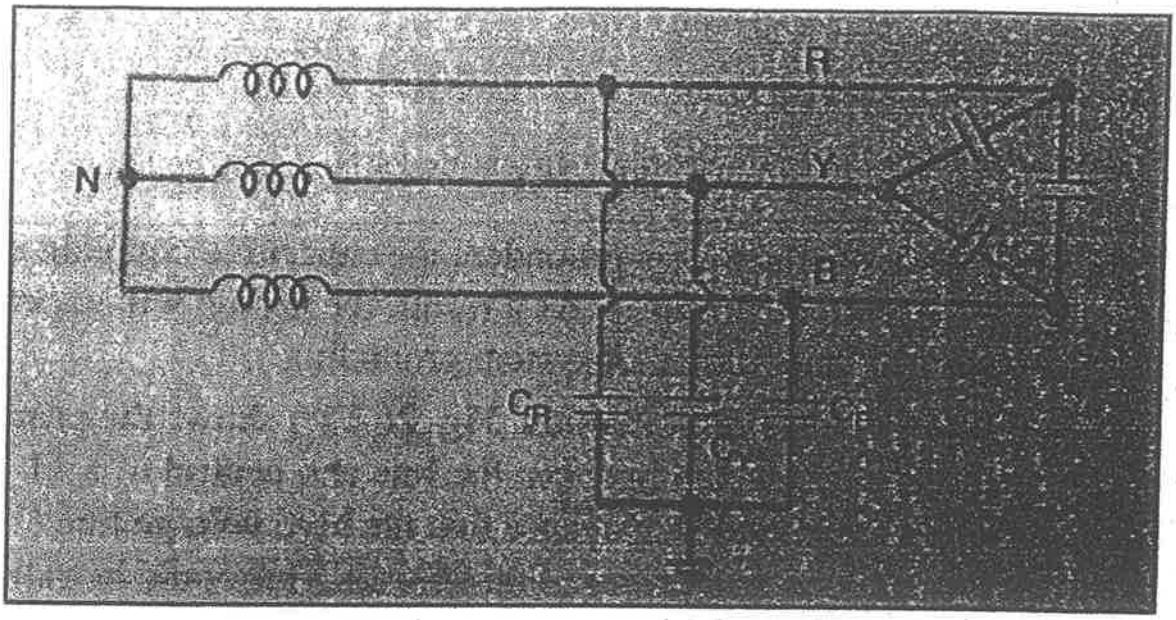
၁။ Frequency ချင်း တူညီရမည်။

၂။ Voltage ချင်း တူညီရမည်။

၃။ Phase အနေအထားချင်း အတိအကျ တူညီရမည်။

၄။ Phase လှည့်ပတ်မှု တူညီရပါမည်။

Ungrounded Neutral System



ပုံ(၈-၆) Ungrounded Neutral System ပုံ

ပုံအရ ပုံမှန် အခြေအနေမှာ

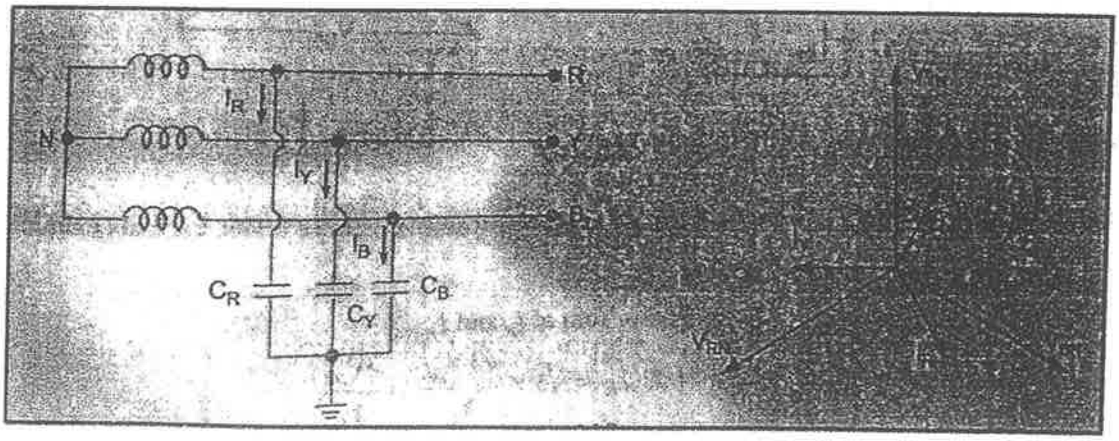
$C_R = C_y = C_B = C$

$V_{RN} = V_{YN} = V_{BN}$ (Displaced 120° From one another)

Capacitive Current $I_R = I_Y = I_B = Vph / X_C$

where Vph = Phase Voltage

X_C = Capacitive reactance of the line to ground



ပုံ(၈-၇) Ungrounded Neutral System ပုံ

Ungrounded Neutral System မှာ Single Line to Ground Fault ဖြစ်သည့် အချိန်တွင် V_{BR} နှင့် V_{BY} သည် Line Voltage ဖြစ်လာသည်။

Fault Current in Line B,

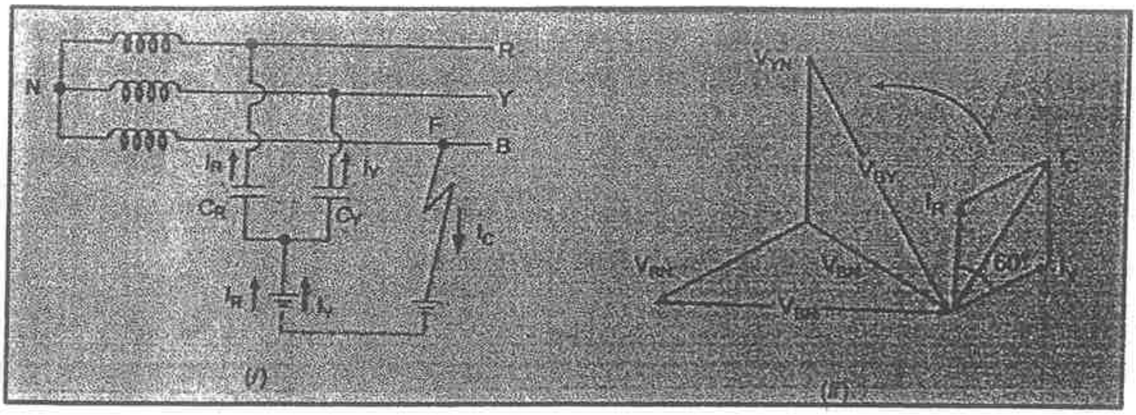
$I_C = I_R + I_Y$ (Phasor Sum)

$I_R = V_{BR} / X_C = \sqrt{3}\ Vph / X_C$

$I_Y = V_{BY} / X_C = \sqrt{3}\ Vph / X_C$

$I_R = I_Y = \sqrt{3}\ Vph / X_C$

$= \sqrt{3}$ x Per Phase Capacitive Current under Normal Conditions



ပုံ(၈-၈) Ungrounded Neutral System တွင် Fault ဖြစ်သောပုံ

Capacitive fault current in line B is

I_C = Phasor sum of I_R and I_Y

$= \sqrt{3}\ I_R$ ($I_C = 2\ I_R \cos 60/2 = 2\ I_R \cos 30 = 2\ I_R * \sqrt{3}/2 = \sqrt{3}\ I_R$)

$= \sqrt{3}\ \sqrt{3}\ Vph / X_C$

$= 3\ Vph / X_C$

$= 3$ x Per Phase Capacitive Current under normal conditions

Ungrounded Neutral System မှာ Single Line to Ground Fault ဖြစ်ပါက

၁။ Fault မဖြစ်သည့် Phase နှစ်ခု မှ Voltage သည် Line Voltage ဖြစ်လာသည်။

၂။ Fault မဖြစ်သည့် Phase နှစ်ခု မှ Capacitive Current သည် ပုံမှန်အခြေအနေထက် √3 ဆ တက်လာသည်။

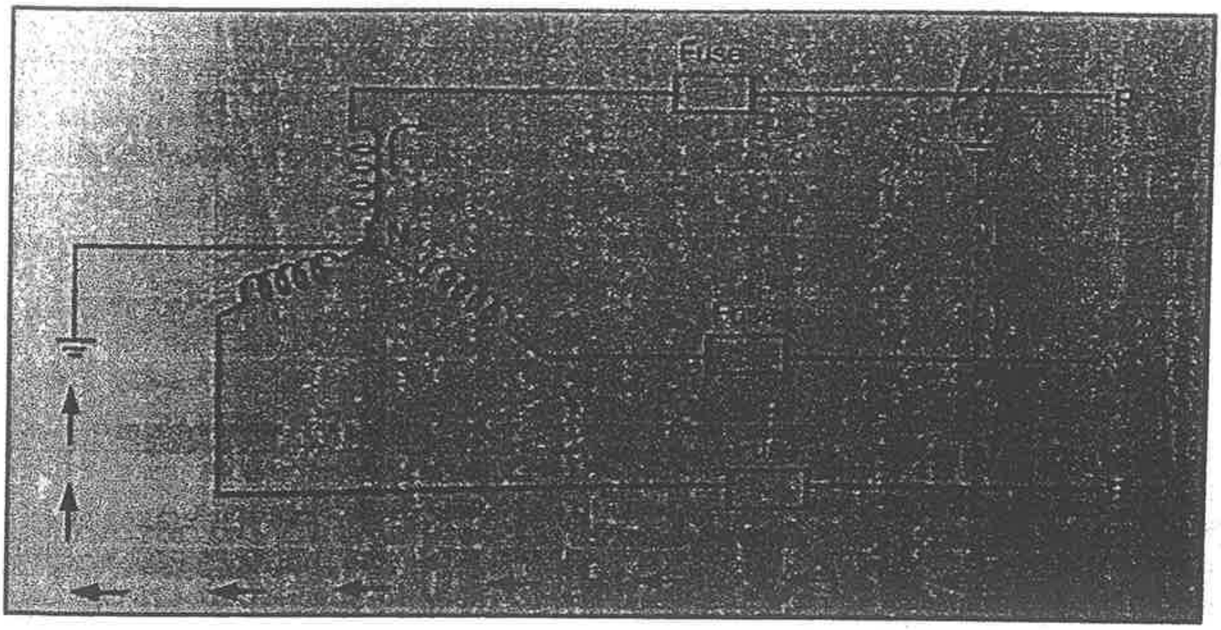
၃။ Fault ဖြစ်သည့် Phase မှ Capacitive Current သည် ပုံမှန်အခြေအနေထက် 3 ဆ တက်လာသည်။

၄။ Fault ဖြစ်သည့် အချိန်တွင် Capacitive Fault Current သည် ပမာဏနည်းသည့်အတွက် အကာအကွယ်ပြုကိရိယာများ အလုပ်မလုပ်နိုင်ပါ။

၅။ Capacitive Fault Current I_C သည် မြေကြီးထဲသို့ စီးဝင်သည့်အတွက် Arcing Ground ဖြစ်လာပြီး System ကို High Frequency Oscillations ဖြစ်စေသည်။ ထို့ကြောင့် Fault

မဖြစ်သည့် Phase ၏ Phase Voltage သည် ပုံမှန်ထက် ၅ ဆ သို့မဟုတ် ၆ ဆ တက်လာသဖြင့် Conductor ၏ Insulation ကို ပျက်စီးစေသည်။

Neutral Grounding System



ပုံ(၈-၉) Neutral Grounding System ပုံ

Neutral Grounding System မှာ Single Line to Ground Fault ဖြစ်ပါက ပမာဏကြီးမားသော လျှပ်စီးသည် R - Phase မှ Ground ချထားသော Neutral မှတစ်ဆင့် မြေကြီးထဲသို့ စီးဝင်ပြီး R- Phase သို့ ပြန်စီးပါသည်။ထို့ကြောင့် R - Phase ရှိ ဖြူးစ်သည် ပမာဏကြီးမားသော လျှပ်စီးကြောင့် ပြတ်ပြီး Fault ဖြစ်သည့် R- Phase ကို ဖယ်ထုတ်နိုင်သဖြင့် System အား အကာအကွယ်ပေးနိုင်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် လျှပ်ထုတ်စက်များကို Neutral Grounding ပြုလုပ်ပြီးမှသာသုံးသင့်ပါသည်။

အစေီလျှပ်ထုတ်စက်ကြီးများတွင် လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ထုတ်လုပ်သည့် နည်းလမ်းပေါ်မူတည်၍ ရေနွေးငွေ့တာဘိုင်၊ ရေအားတာဘိုင်၊ ဒီဇယ်တာဘိုင်နှင့် Nuclear Power Station ဟူ၍ အမျိုးအစားခွဲခြားနိုင်ပါသည်။

ရေနွေးငွေ့တာဘိုင်တွင်

၁။ Coal and Ash Handling Arrangement

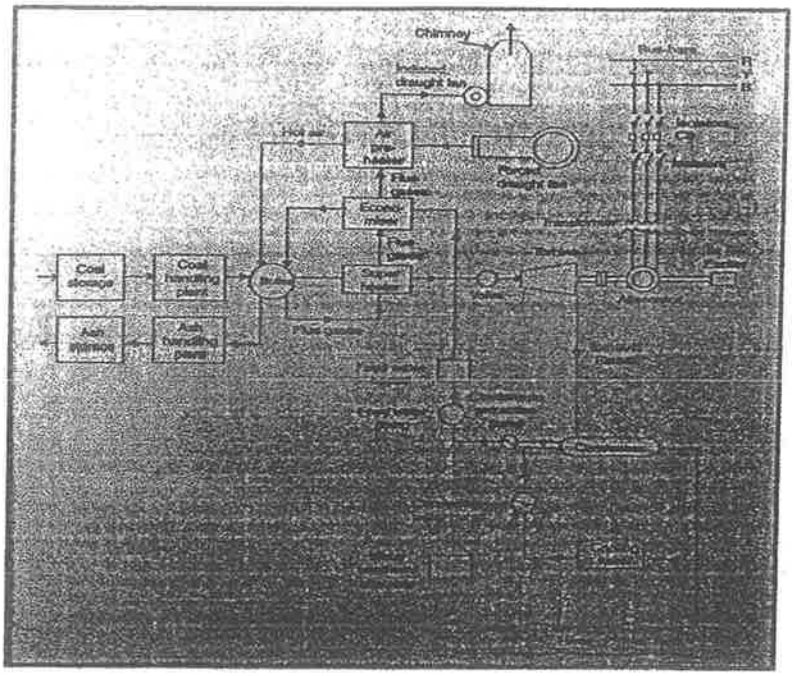
၂။ Steam Generating Plant

၃။ Steam Turbine

၄။ Alternator

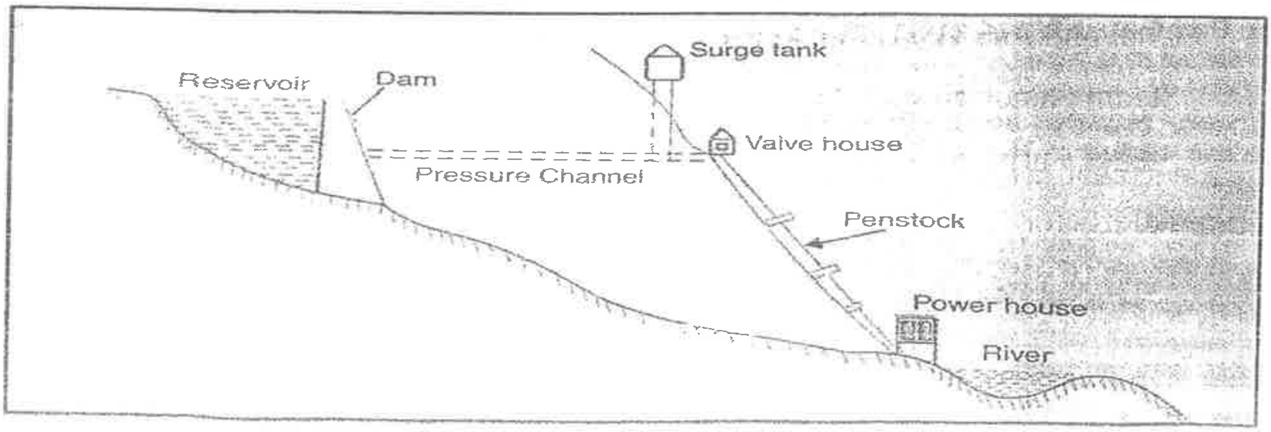
၅။ Feed Water

၆။ Cooling Arrangement ဟူ၍ ပါဝင်ပါသည်။



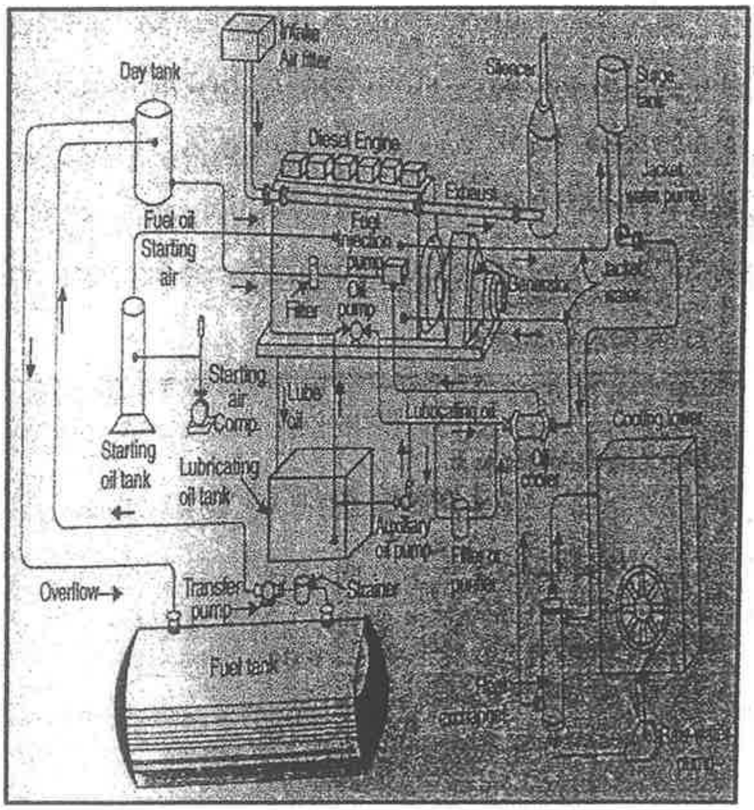
ပုံ(၈-၁၀) ရေနွေးငွေ့တာဘိုင်ပုံ

ကျောက်မီးသွေးထွက်ရှိရာဒေသမှ ကျောက်မီးသွေးများကို တာဘိုင်တည်ရှိရာ ဒေသသို့ သယ်ယူပြီး ဘွိုင်လာအတွင်း လောင်ကျွမ်းရန် လွယ်ကူရန်အတွက် ကျောက်မီးသွေးများကို အစိတ်အပိုင်းသေးငယ်သည်အထိ ကြိတ်ခွဲပြီး ဘွိုင်လာသို့ ပေးပို့ပါသည်။ ကျောက်မီးသွေးများ ဘွိုင်လာအတွင်း လောင်ကျွမ်းပြီး ထွက်လာသောပြာများကို ဖယ်ထုတ်ပါသည်။ ဘွိုင်လာမှ ထွက်လာသော Flue Gases များကို Super Heater အတွင်း ပိုမိုခြောက်သွေ့အောင် ပြုလုပ်ပါသည်။ Economiser သည် Flue Gases ရှိ အပူများကို ယူပြီး ဘွိုင်လာသို့ ပေးပို့သည့် ရေ၏အပူချိန်ကို မြင့်တက်အောင် ပြုလုပ်ပေးသည်။ Air Preheater သည် ဘွိုင်လာအတွင်း ကျောက်မီးသွေး လောင်ကျွမ်းရန်အတွက် လိုအပ်သော လေ၏ အပူချိန်ကို မြင့်တက်စေသည်။ ခြောက်သွေ့ပြီး ပူပြင်းသည့် Steam ရေနွေးငွေ့များသည် Steam Turbine ၏ Blade များကို လည်စေပါသည်။ Steam Turbine နှင့် ဆက်စပ်ထားသော လျှပ်ထုတ်စက်ကို လည်စေပြီး လျှပ်စစ်ဓာတ်အားကို ထုတ်လုပ်သည်။ တာဘိုင်မှ ထွက်လာသော ရေနွေးငွေ့များကို Condenser အတွင်း အအေးခံပြီး ရရှိလာသော ရေများကို ဘွိုင်လာအတွင်းသို့ ပေးပို့သည်။ Condenser မှ ရရှိလာသော ရေများသည် ပူနေသဖြင့် Cooling Tower ကို အသုံးပြုပြီး အေးအောင်ပြုလုပ်သည်။



ပုံ(၈-၁၁) ရေအားတာဘိုင်ပုံ

ရေအားတာဘိုင်များအတွက် ရေရရှိနိုင်တဲ့နေရာမှ ရေစုဆောင်းနိုင်ရန် ရေလှောင်တမံများကို တည်ဆောက်ရသည်။ Reservoir မှ ရေများကို Pressure Tunnel မှ တစ်ဆင့် Penstock ၏ အစတွင်ရှိသော Valve House သို့ ပေးပို့သည်။ Valve House တွင် Main Sluice Valves နှင့် Automatic Isolating Valves ဟူ၍ နှစ်မျိုးပါဝင်သည်။ Main Sluice Valves သည် Power House သို့ ရေရောက်ရှိမှုကို ထိန်းချုပ်ပြီး Penstock ပေါက်ကွဲမှုမဖြစ်စေရန်အတွက် Automatic Isolating Valves မှထိန်းချုပ်သည်။Valve House မှ ရေကို တာဘိုင်အထိရောက်အောင် ပို့ပေးသည့် ကြီးမားသောစတီးပိုက်ကို Penstock ဟုခေါ်ပါသည်။ Water Turbine သည် Hydraulic Energy ကို Mechanical Energy အဖြစ် ပြောင်းပေးသည်။



ပုံ(၈-၁၂) ဒီဇယ်တာဘိုင်ပုံ

ဒီဇယ်တာဘိုင်တွင်

၁။ Fuel Supply System

၂။ Air Intake System

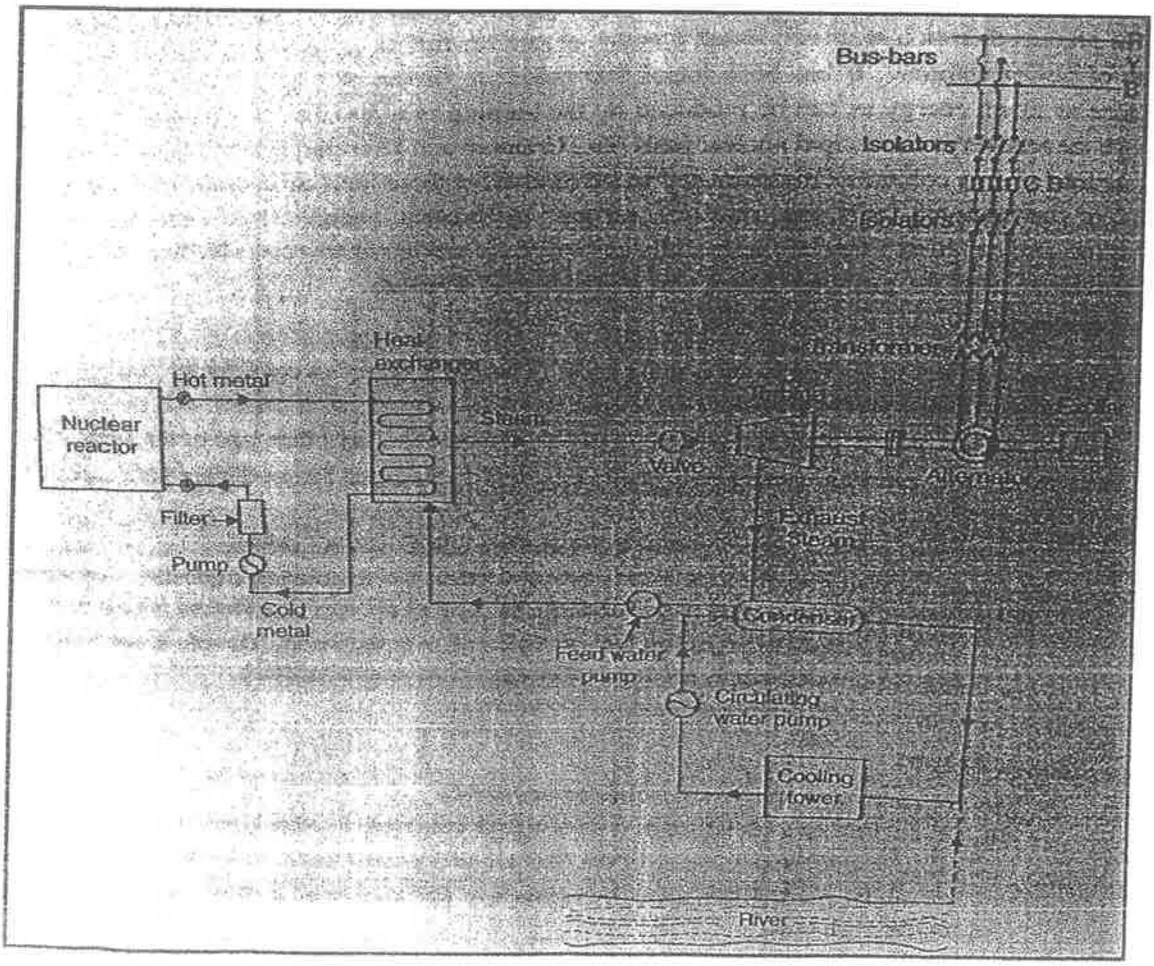
၃။ Exhaust System

၄။ Lubricating System

၅။ Engine Starting System တို့ပါဝင်သည်။

Fuel Supply System တွင် Storage Tank ၊ Strainer ၊ Fuel Transfer Pump နှင့် All Day Fuel Tank တို့ ပါဝင်သည်။ Storage Tank မှ Fuel ကို All Day Fuel Tank ထဲသို့

စုပ်ယူပြီး ဆီမှ မသန့်ရှင်းသည့်အရာများကို Strainer ကိုဖြတ်ပြီး စစ်ယူသည်။ Fuel Injection Pump မှ ဆီကို အင်ဂျင်ထဲသို့ ထည့်ပေးသည်။ Air Intake System သည် Fuel Combustion ဖြစ်ရန်အတွက် လိုအပ်သည့်လေကို ပေးသည်။ ၎င်းစနစ်တွင် ပိုက်နှင့် Filter များ ပါဝင်သည်။ Exhaust System သည် Gas များအား အဆောက်အဦအပြင်ဘက်သို့ စုပ်ယူပြီး လေထဲသို့ ထုတ်ပေးသည်။ Fuel လောင်ကျွမ်းသဖြင့် ထွက်လာသော အပူများသည် Cylinder Wall ၊ Piston၊ Rings များကို ဖြတ်သွားသောကြောင့် အင်ဂျင်အပူချိန်ကို Safety အပူချိန်အတွင်း ထားရှိရန်အတွက် Cooling System လိုအပ်သည်။ Cooling System တွင် ရေ၊ ပန့်နှင့် Cooling Tower တို့ပါဝင်သည်။ ရေကို Cylinder နှင့် Head Jacket တို့ တွင် Pump ဖြင့် လှည့်ပေးခြင်းဖြင့် အင်ဂျင် ပူခြင်းမှ ကာကွယ်ပေးပြီး ၎င်းရေကို ပူစေသည်။ Cooling Tower မှ ယင်းရေကို အေးစေပြီး ပြန်လှည့်ပတ်စေသည်။ Lubricating System သည် အင်ဂျင်မျက်နှာပြင်စားခြင်းကို နည်းအောင် ပြုလုပ်သည်။ Lubricating System တွင် Lubricating Oil Tank ၊ Pump ၊ Filter နှင့် Oil Cooler တို့ ပါဝင်သည်။ Tank ထဲမှ ဆီကို Pump ဖြင့် စုပ်ယူပြီး Filter ကို ဖြတ်ကာ သန့်စင်စေပြီး လိုအပ်သည့်နေရာသို့ ပို့ပေးသည်။ Oil Cooler သည် ဆီ၏အပူချိန်ကို အေးအောင် ပြုလုပ်သည်။ Engine Starting System သည် အင်ဂျင်ကို စတင်လည်ပတ်စေသည်။



ပုံ(၈-၁၃) Nuclear Power Station ပုံ

Nuclear Power Station တွင်

၁။ Nuclear Reactor

၂။ Heat Exchanger

၃။ Steam Turbine

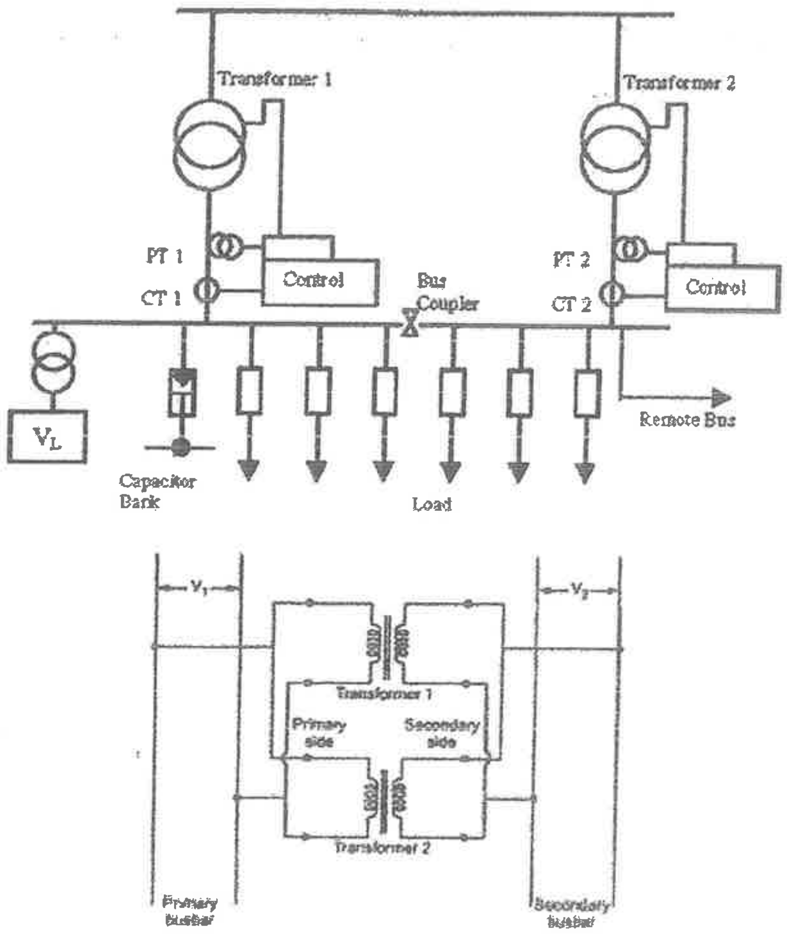
၄။ Alternator တို့ပါဝင်သည်။

Nuclear Reactor အတွင်းတွင် ယူရေနီယံသတ္တုမှ Fission ဖြစ်စေခြင်းဖြင့် အပူနှင့် ရေနွေးငွေ့ကို ထုတ်လုပ်သည်။ Heat Exchanger သည် ရေနွေးငွေ့ကို ပိုမိုပူစေပါသည်။ Heat Exchanger မှ ထွက်လာသော ရေနွေးငွေ့များသည် ရေနွေးငွေ့တာဘိုင်ကို လည်ပတ်စေပြီး Condenser အတွင်း အအေးခံကာ ရေဖြစ်စေပါသည်။ ရေနွေးငွေ့တာဘိုင်သည် Alternator ကို လည်ပတ်စေပြီး လျှပ်စစ်ဓာတ်အားကို ထုတ်လုပ်သည်။

အခန်း(၉)

သုံးသွင်လျှပ်တာပြောင်းများ အပြိုင်သုံးစွဲခြင်း (Transformer Parallel Operation)

သုံးသွင်လျှပ်တာပြောင်းများအပြိုင်သုံးစွဲခြင်း (Transformer Parallel Operation) ဆိုသည်မှာ ထရန်စဖော်မာများ၏ Primary winding များကို တူညီတဲ့ Source Bus Bar မှာ ချိတ်ဆက်၍ Secondary winding များကို တူညီတဲ့ Load Bus Bar မှာ Single Line ဆက်သွယ် ဓာတ်အားပေးအသုံးပြုခြင်းဖြစ်ပါသည်။



ပုံ(၉-၁) Single Line Diagram of Two Transformers Operating in Parallel

လက်ရှိအသုံးပြုနေသော ထရန်စဖော်မာ၏ ဝန်အား မလုံလောက်သဖြင့် ဝန်အားတိုးချဲ့လို၍ ဖြစ်စေ၊ မူလအပြိုင်ချိတ်ဆက်ထားသော ထရန်စဖော်မာများ စစ်ဆေးပြုပြင်လို၍ဖြစ်စေ၊ ဓာတ်အား တစ်လှည့်စီပေးလို၍ဖြစ်စေ ထရန်စဖော်မာများကို (၂)လုံး သို့မဟုတ် (၂)လုံးထက်ပိုသော အရေအတွက်များကို အပြိုင်ချိတ်ဆက်အသုံးပြုရန် လိုအပ်ပါက အပြိုင်ချိတ်ဆက်အသုံးပြုလိုသော ထရန်စဖော်မာများ၏ Capacity (kVA or MVA), Voltage Ratio, Percentage Impedance Vector Group တူညီရမှာ ဖြစ်ပါတယ်။ ၎င်းကို Ideal Parrllel Operation ဟုလည်းခေါ်သည်။ ထရန်စဖော်မာများ အပြိုင်ချိတ်ဆက်သုံးစွဲလိုပါက အောက်ပါအချက်များ တူညီရပါမည်-

(က) အပြိုင်ချိတ်ဆက်မည့် ထရန်စဖော်မာများ၏ မူလဝါယာခွေ၏ ဗို့အားနှင့် တစ်ဆင့်ခံဝါယာခွေ၏ ဗို့အားအချိုး (Voltage Ratio) များ တူညီရမည်။

(ခ) ထရန်စဖော်မာများ၏ ဝါယာခွေများအတွင်း ဖြစ်ပေါ်နေသော အတွင်းခုခံမှုရာခိုင်နှုန်း (Percentage Impedance) များ တူညီရမည်၊

(ဂ) ဝါယာခွေအသီးသီး၏ ရစ်ပတ်ပုံဦးတည်ချက် (Polarity) များ တူညီရမည်၊

(ဃ) Vector Group များ တူညီရမည်။

(င) ဗို့အားပြောင်းခလုတ် (Tap Changer) ၏ ဗို့အားပြောင်းအချိုးများ (Tap Position) များတူညီရမည်။

(စ) ထရန်စဖော်မာများ၏ Capacity (kVA or MVA) များ တူညီရမည်၊

(ဆ) ထရန်စဖော်မာများ၏ Frequency Rating များ တူညီရမည်၊

(ဇ) ထရန်စဖော်မာများ၏ Phase Sequence များ တူညီရမည်၊

အပြိုင်ချိတ်ဆက်မည့် ထရန်စဖော်မာများ၏ မူလဝါယာခွေ၏ ဗို့အားနှင့် တစ်ဆင့်ခံဝါယာခွေ၏ ဗို့အားအချိုး (Voltage Ratio) များ မတူညီပါက Secondary Output Voltage ခြားနားမှုရှိမှာဖြစ်ပါတယ်။ ထရန်စဖော်မာများ၏ Internal Impedance (% Impedance) ပမာဏနည်းသည့်အတွက် ဗို့အားခြားနားမှုနည်းသော်လည်း ဖြစ်ပေါ်လာသော Circulating Current ပမာဏကြီးမားပြီး I^2R Losses များနေမှာ ဖြစ်ပါတယ်။ ထရန်စဖော်မာများ၏ Voltage Ratio မတူညီလျှင်၊ အနည်းငယ် ကွဲလွဲလျှင် Secondary winding များတွင် ဖြစ်ပေါ်လာမည့် Induced E.M.F ခြားနားမှုရှိလာပြီး No-Load Condition မှာပင် Secondary winding နှစ်ခုအကြား Circulating Current စီးနေမှာ ဖြစ်ပါတယ်။ ထိုလျှပ်စီးသည် Normal No-Load Current ထက်ပိုများနေမှာ ဖြစ်ပါတယ်။ ဓာတ်အားပေးထားချိန်တွင် အဆိုပါ Circulating Current ကြောင့် ထရန်စဖော်မာတစ်လုံးနှင့်တစ်လုံး ဝန်အားပမာဏမတူညီမှု ဖြစ်ပေါ်လာပြီး Equal Load Share မဖြစ်ဘဲ ထရန်စဖော်မာတစ်လုံးလုံးတွင် Over-Load ဖြစ်ပေါ်လာနိုင်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် အပြိုင် ချိတ်ဆက်မည့် ထရန်စဖော်မာများ၏ မူလဝါယာခွေ၏ ဗို့အားနှင့် တစ်ဆင့်ခံဝါယာခွေ၏ ဗို့အား အချိုး (Voltage Ratio) များ တူညီရမည်။

ထရန်စဖော်မာများ၏ ဝါယာခွေများအတွင်း ဖြစ်ပေါ်နေသော အတွင်းခုခံမှု ရာခိုင်နှုန်း (Percentage Impedance) များ တူညီသော ထရန်စဖော်မာနှစ်လုံးကို အပြိုင်ချိတ်ဆက်ထားလျှင် ၎င်းတို့၏ Capacity (kVA or MVA) အပေါ် မူတည်ပြီး Load Share လုပ်သွားမှာ ဖြစ်ပါတယ်။ Capacity (kVA or MVA) များ တူညီပါက Equal Load Share ပြုလုပ်နိုင်မှာဖြစ်ပါတယ်။ Capacity (kVA or MVA) မတူညီတဲ့ ထရန်စဖော်မာနှစ်လုံး၏ အချိုးသည် (2:1) ထက်များနေပါက ၎င်းထရန်စဖော်မာနှစ်လုံးကို Parallel မလုပ်သင့်ပါ ။

ဗို့အားပြောင်းခလုတ် (Tap Charger) ၏ ဗို့အားပြောင်းအချိုးများ (Tap Position) များ မတူညီပါက (ဥပမာ) On Load Tap Charger (OLTC) များ တပ်ထားလျှင် OLTC နှစ်ခု၏ အလုပ်လုပ်ပုံချိန်သား ကိုက်ညီမှုမရှိသဖြင့် တစ်ခု OLTC က Tap အရာင်ပြောင်းသွားပြီး နောက်တစ်လုံး၏ OLTC က Delay ဖြစ်နေခဲ့၍ Circulating Current များ စီးဝင်လာမှာဖြစ်ပါတယ်။ Relay များတွင် Malfunction ဖြစ်ပေါ်လာမှာ ဖြစ်ပါတယ်။

ထရန်စဖော်မာများ၏အချိုး Turn Ratio ၊ Vector Group မတူညီပါက ၎င်းတို့က သယ်ဆောင်မည့် Current လျှပ်စီးများ၏ Phase Angle ခြားနားမှုရှိလာမှာဖြစ်ပြီး Power factor မတူညီမှုများ ဖြစ်ပေါ်လာပါမည်။ Power factor မကိုက်ညီမှုကြောင့် ထရန်စဖော်မာတစ်လုံးက သယ်ဆောင်မည့် Real Power (MW) သည် ကျန်ထရန်စဖော်မာ၏ Real Power (MW) နှင့် ခြားနားနေမည်ဖြစ်ပါသည်။

ထရန်စဖော်မာများ၏ ဝါယာဆက်သွယ်ပုံကို အောက်ပါအတိုင်း အုပ်စုခွဲခြားနိုင်ပြီး ဝါယာဆက်သွယ်မှုနည်းလမ်းအလိုက် တစ်ဆင့်ခံဝါယာခွေ၏ ဗို့အား Magnitude နှင့် Phase Displacement ကွာခြားမှာဖြစ်ပါတယ်-

Group 1 : Zero phase displacement (Yy0, Dd0, Dz0)

Group 2 : 180° phase displacement (Yy6, Dd6, Dz6)

Group 3 : -30° phase displacement (Yd1, Dy1, Yz1)

Group 4 : +30° phase displacement (Yd11, Dy11, Yz11)

တစ်နည်းအားဖြင့်

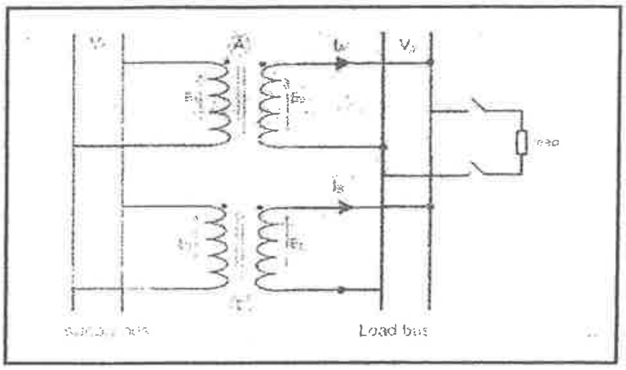
Group	0’ colck	TC
Group 1	0 o’ clock, 0°	delta/delta, star/star
Group 2	6 o’ clock, 180°	delta/delta, star/star
Group 3	1 o’ clock, -30°	star/delta, delta/ star
Group 4	11 o’ clock, +30°	star/delta, delta/ star
Minus indicates LV lagging HV, plus indicates LV leading HV		

၎င်းအပြင် ထရန်စဖော်မာများ၏ ဗို့အားအချိုးတူညီလျှင် Secondary side မှာ Phase Displacement တူညီသော ထရန်စဖော်မာများကို parallel ချိတ်ဆက်၍ ရနိုင်ပါသည်။ (ဥပမာ - Yd1 နှင့် Dy1)

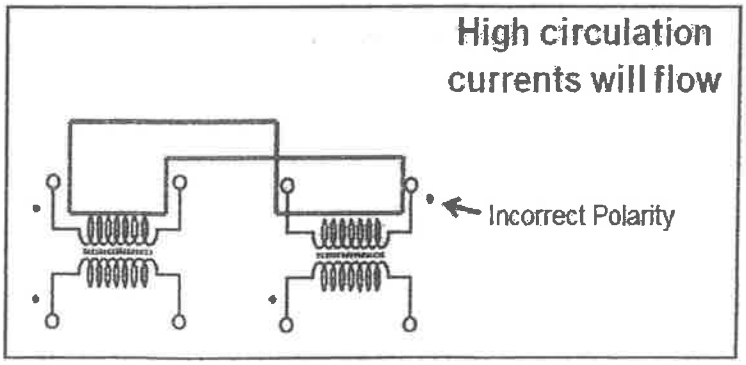
ထရန်စဖော်မာများ၏ Frequency Rating များ မတူညီပါက (ဥပမာ - 60 Hz နှင့် 50 Hz) ဖြစ်နေပါက Nameplate ပါ Parameter တန်ဖိုးများကို ပြန်တွက်ရမှာ ဖြစ်ပြီး Parameter

တန်ဖိုးများမှာ မတူညီတော့သဖြင့် Parallel ချိတ်ဆက်အသုံးပြု၍ မရနိုင်တာကို တွေ့ရမှာဖြစ်ပါတယ်။ ထရန်စဖော်မာများ၏ Phase Sequence မမှန်ပါက ခလုတ်အားလွှတ်သည့်အချိန်တွင် Short Circuit များ ဖြစ်ပေါ်လာနိုင်ပါသည်။

အလားတူ Polarity ကိုက်ညီအောင် ချိတ်ဆက်ပေးရမှာဖြစ်ပြီး Secondary winding များတွင် ဖြစ်ပေါ်လာမည့် Induced E.M.F ရဲ့ Direction များ မှန်ကန်၍ ဝန်အားမျှပေးနိုင်မှာဖြစ်ပါတယ်။ Polarity မှားလျှင် Secondary Circuit က Output Voltage နှစ်ခုသည် Series ဖြစ်သွား၍ Voltage နှစ်ခုပေါင်းထားသော Soruce က Short circuit ဖြစ်ပေါ်လာပြီး Circulating Current ပမာဏများစွာ ဖြစ်ပေါ်လာမှာဖြစ်ပါတယ်။



ပုံ(၉-၂) Same Polarity



ပုံ(၉-၃) Incorrect Polarity

ထရန်စဖော်မာ၏ Percentage Impedance

ထရန်စဖော်မာ၏ Percentage Impedance သည် Full Load အခြေအနေတွင် winding resistance နှင့် Leakage reactance ကြောင့် rated voltage ၏ volt drop ရာခိုင်နှုန်းပမာဏဖြစ်ပါသည်။

'The percentage impedance of a transformer is the volt drop on full load due to the winding resistance and leakage reactance expressed as a percentage of the rated voltage'

ထရန်စဖော်မာ၏ % Impedance တန်ဖိုးသည် System Fault Current ကို များစွာ ပြောင်းလဲစေပါသည်။ Fault ဖြစ်ချိန်တွင် ဖြစ်ပေါ်လာသော Fault Current ပမာဏကို % Impedance မှ တွက်ချက်နိုင်ပါသည်။ % Impedance တန်ဖိုးငယ်လေလေ Fault Current များလေလေ ဖြစ်သည်။ သို့ရာတွင် % Impedance တန်ဖိုးကြီးလျှင်လည်း ပုံမှန်ဓာတ်အားပေး ထားချိန်တွင် Internal Volt Drop များနေမှာဖြစ်ပါသည်။

ထရန်စဖော်မာ၏ Secondary Side ကို Short Circuit လုပ်၍ Ammeter တပ်ဆင်ထား ပြီး Primary Side မှ Voltage Injector ဖြင့် Voltage တဖြည်းဖြည်းတင်ပါ။ Secondary Side မှာ တပ်ထားသော Ammeter တွင် ထရန်စဖော်မာ၏ Rated Secondary Current ရောက်သည့် အချိန်ရှိ Voltage ကို ဖတ်ပါ။ အဆိုပါတန်ဖိုးသည် Impedance Voltage တန်ဖိုးဖြစ်သည်။ Percentage Impedance of Transformer ကို အောက်ပါအတိုင်း တွက်ချက်နိုင်သည်-

Z% = (Impedance Voltage x 100)/ Rated Primary Voltage

Transformer Percentage Impedance ကို IEC 60076-5 တွင် ဖော်ပြပါအတိုင်း သတ်မှတ်ထားပါသည်။

ထရန်စဖော်မာအအေးပေးစနစ်များ

ထရန်စဖော်မာအတွင်းရှိ ဝါယာခွေများအား လေဖြင့်အအေးခံပေးသောစနစ်နှင့် ဆီဖြင့် အအေးခံပေးသောစနစ်ဟူ၍ (၂)မျိုးရှိပါသည်။ ယေဘုယျအားဖြင့် အများဆုံး ၁၁ ကေဗွီဗို့အားစနစ် အထိနှင့် စွမ်းအား (Capacity) ပမာဏငယ်သော ထရန်စဖော်မာများတွင် လေဖြင့် အအေးခံပေး သောစနစ်ကို အသုံးပြုသည်။

လေဖြင့် အအေးခံပေးသောစနစ် အသုံးပြုသော ထရန်စဖော်မာကို Dry Type Transformer ၊ ဆီဖြင့် အအေးခံပေးသောစနစ် အသုံးပြုသော ထရန်စဖော်မာအား Oil Immersed Type Transformer ဟု ခေါ်ပါသည်။

ဆီဖြင့် အအေးခံပေးသောစနစ်ကို ဗို့အားမြင့်စနစ်များ၊ စွမ်းအား (Capacity) ပမာဏ ကြီးမားသော ထရန်စဖော်မာများတွင် များသောအားဖြင့် အသုံးပြုသည်။ ဆီဖြင့် အအေးခံပေးသော စနစ်တွင် ထရန်စဖော်မာအတွင်း အအေးပေးသောစနစ်နှင့် အပြင်ပိုင်းအား အအေးပေးသောစနစ် ဟူ၍ ထပ်မံခွဲခြားပြီး Kind of Circulation အား သဘာဝအတိုင်း လှည့်လည်စေသော စနစ်၊ ကိရိယာအကူအညီဖြင့် လှည့်လည်စေသော စနစ်များဖြင့် လုပ်ဆောင်ပါသည်။

The IEC cooling classification codes အရ

Kind of Cooling Medium

Mineral Oil - O

Water - W

Air	-	A
Non-flammable oil	-	L

Kind of Circulation

Natural	-	N
Forced	-	F
Forced directed liquid	-	D

ဆီဖြင့် အအေးခံသောစနစ် အသုံးပြုသော ထရန်စဖော်မာ (Oil Immersed Type Transformer) တွင် အအေးပေးသောစနစ်အား အင်္ဂလိပ်အက္ခရာလေးလုံးဖြင့် အောက်ပါအတိုင်း ကိုယ်စားပြုဖော်ပြပါသည်-

ပထမအက္ခရာ	-	ထရန်စဖော်မာအတွင်းအအေးခံသည့်အရာ (Kind of Cooling medium)
ဒုတိယအက္ခရာ	-	ထရန်စဖော်မာအတွင်းအအေးခံသည့်အရာအား လှည့်လည်စေသောစနစ်(Type of Circulation)
တတိယအက္ခရာ	-	ထရန်စဖော်မာပြင်ပအအေးခံသည့်အရာ (Kind of Cooling medium)
စတုတ္ထအက္ခရာ	-	ထရန်စဖော်မာပြင်ပအအေးခံသည့်အရာအားလှည့်လည်စေသောစနစ် (Type of Circulation)

ဥပမာအနေဖြင့် ဆီဖြင့် အအေးခံပေးသောစနစ် အသုံးပြုသော ထရန်စဖော်မာ Oil Immersed Type Transformer တွင် ONAN ဟု ဖော်ပြထားပါက Radiators များတွင် အပူလျော့နည်းသွားစေရန် ပြင်ပပတ်ဝန်းကျင်လေကို သဘာဝအတိုင်း လှည့်လည်အအေးခံသောစနစ်အား အသုံးပြုထားပြီး ONAF ဟု ဖော်ပြပါရှိပါက Radiators များတွင် အပူလျော့နည်းသွားစေရန် လေပန်ကာအသုံးပြု၍ လှည့်လည်အအေးခံသောစနစ်အား အသုံးပြုထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။

ဆီဖြင့်အအေးခံသောစနစ်အသုံးပြုထားသော ထရန်စဖော်မာ Oil Immersed Type Transformer တွင် ODAF ဟု ဖော်ပြထားပါက winding conductors ဆီသို့ အအေး ထိရောက်စွာရောက်ရှိစေရန် ဆီကို pump ဖြင့် တိုက်ရိုက်လှည့်စေပြီး Radiators များတွင် အပူလျော့နည်းသွားစေရန် ပြင်ပပတ်ဝန်းကျင်လေကို သဘာဝအတိုင်း လှည့်လည်အအေးခံသော စနစ်အား အသုံးပြု ထားခြင်းဖြစ်သည်။

လေဖြင့် အအေးခံသောစနစ်အသုံးပြုထားသော ထရန်စဖော်မာ (Dry Type Transformer) တွင် အအေးပေးသောစနစ်အား အင်္ဂလိပ်အက္ခရာ(၂)လုံးဖြင့် အောက်ပါအတိုင်း ကိုယ်စားပြုဖော်ပြပါသည်-

ပထမအက္ခရာ - ထရန်စဖော်မာအတွင်းအအေးခံသည့်အရာ (Kind of Cooling medium)

ဒုတိယအက္ခရာ - ထရန်စဖော်မာအတွင်းအအေးခံသည့်အရာအား လှည့်လည်စေသောစနစ်(Type of Circulation)

Dry Type Transformer များတွင် winding conductors များ အပူလျော့နည်းသွားစေရန် လေကို သဘာဝအတိုင်း လှည့်လည်အအေးခံစေသော စနစ်အား အသုံးပြုထားပြီး ၎င်းတွင် AF အက္ခရာ (၂) လုံးဖြင့်သာ အသုံးပြုလေ့ရှိပါသည်။

ထရန်စဖော်မာ အပူချိန် ကန့်သတ်ချက်များ (Transfomer Temperature Rise Limits)

ထရန်စဖော်မာ အပူချိန်ကန့်သတ်ချက်များ (Transfomer Temperature Rise Limits) ကို အောက်ပါအတိုင်း သတ်မှတ်ပါသည်-

(က) ပင်လယ်ရေမျက်နှာပြင်အထက် (1000) မီတာထက် မပိုသောအမြင့်၊ ပတ်ဝန်းကျင် အပူချိန် 45° C ထက်မပိုသော အပူချိန်၌ တပ်ဆင်မည့် ထရန်စဖော်မာများအတွက် သတ်မှတ်ချက်ဇယား

Part	Cooling System	Insulation Class	Maximum Temperature Rise (°C)
Winding (Resistance method) Cores and other parts	Natural Air or Forced	A(105°C)	60
		E(120°C)	75
		B(130°C)	80
		F(155°C)	100
		H(180°C)	125

ဇယား(၁)Temperature Rise Limits for Dry Type Transformer up to 1000 m above sea level

Part	Maximum Temperature Rise (°C)
Winding- Insulation Class A	60°C when Oil Circulation is natural. 65°C when Oil Circulation is forced.
Top Oil by Thermometer	55°C when the transformer is equipped with conservator and sealed. 50°C when the transformer is neither equipped with conservator and sealed.

ဇယား(၂) Temperature Rise Limits for Oil Immersed Type Transformer up to 1000 m above sea level

(ခ) ပင်လယ်ရေမျက်နှာပြင်အထက် (1000)မီတာထက် မပိုသောအမြင့်၊ ပတ်ဝန်းကျင် အပူချိန် 45°C ထက်မပိုသောအပူချိန်၌ တပ်ဆင်မည့် ထရန်စဖော်မာများအတွက် သတ်မှတ်ချက်ဇယား

Part	Cooling System	Insulation Class	Maximum Temperature Rise (°C)
Winding (Resistance method) Cores and other parts	Natural Air or Forced	A(105°C)	58.5
		E(120°C)	73.1
		B(130°C)	78.0
		F(155°C)	97.5
		H(180°C)	121.8

ဇယား(၃) Temperature Rise Limits for Dry Type Transformer up to 1500 m above sea level

Part	Maximum Temperature Rise (°C)
Winding- Insulation Class A	58.8°C when Oil Circulation is natural. 63°C when Oil Circulation is forced.
Top Oil by Thermometer	54°C when the transformer is equipped with conservator and sealed. 49°C when the transformer is neither equipped with conservator and sealed.

ဇယား(၃)Temperature Rise Limits for Oil Immersed Type Transformer up to 1500 m above sea level

ထရန်စဖော်မာပြုပြင်ထိန်းသိမ်းခြင်း

ထရန်စဖော်မာများကို သက်တမ်းပြည့် သုံးစွဲနိုင်ရေးအတွက် ပုံမှန်လည်ပတ်ချိန်တွင် အခါအားလျော်စွာ စစ်ဆေးကြည့်ရှုရသကဲ့သို့ ဖော်ပြပါပုံမှန်ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းရေး လုပ်ငန်းများကိုလည်း ဆောင်ရွက်ရန်လိုအပ်ပါသည်-

(က) ထရန်စဖော်မာအဝင်ဗို့အားမြင့်ခါတ်အားဖြတ်ခလုတ်များကို စမ်းသပ်စစ်ဆေးရန်၊

(ခ) ထရန်စဖော်မာဝါယာခွေများ၏ လျှပ်တားခုခံမှုအခြေအနေကို တိုင်းတာစစ်ဆေးရန်

- မူလဝါယာခွေနှင့် ကိုယ်ထည်ကြား လျှပ်တားခုခံမှုတိုင်းတာခြင်း
- တဆင့်ခံဝါယာခွေနှင့် ကိုယ်ထည်ကြားလျှပ်တားခုခံမှုတိုင်းတာခြင်း
- မူလဝါယာခွေနှင့် တဆင့်ခံဝါယာခွေကြား လျှပ်တားခုခံမှု တိုင်းတာခြင်း

(ဂ) ထရန်စဖော်မာအတွင်း ဆီလျော့နည်းမှု ရှိ/မရှိ စစ်ဆေးရန်

(ဃ) ထရန်စဖော်မာဆီအတွင်း ရေငွေ့ဝင်ရောက်မှု ရှိ/မရှိ စစ်ဆေးရန်နှင့် ထရန်စဖော်မာဆီ၏ လျှပ်တားညံ့ဖျင်းမှုကို နှစ်စဉ်စစ်ဆေးရန်

(င) လေရှူကိရိယာ (Silica gel) ၏အရောင်ပြောင်းလဲမှုကို စစ်ဆေးရန်

(စ) ထရန်စဖော်မာအတွင်း အပူချိန်မြင့်တက်မှု ရှိ/မရှိ စစ်ဆေးရန်

(ဆ) ထရန်စဖော်မာ၏ဝန်ထမ်းမှုကို အချိန်ဇယားဆွဲ၍ မှတ်တမ်းပြုစုပြီး ဝန်အားနိုင်နင်းမှု မရှိစေရန် ဂရုပြုစစ်ဆေးရန်

(ဇ) ထရန်စဖော်မာ၏ ကိုယ်ထည်၊ 'န' ချက်၊ D.S နှင့် မိုးကြိုးလွှဲမြေစာတ်ခုခံမှုများကို တိုင်းတာစစ်ဆေးရန်

(ဈ) ထရန်စဖော်မာ၏ အဝင်/အထွက် တွင် ဆက်သွယ်ထားသော ဝါယာကြိုးများ၏ Connection ဆက်သွယ်မှုများ ကောင်း/မကောင်း၊ မီးစားထားခြင်း ရှိ/မရှိ စစ်ဆေးရန်နှင့် ယင်းဝါယာကြိုးများ၏ လျှပ်တားခုခံမှုကို တိုင်းတာစစ်ဆေးရန်

(ည) ထရန်စဖော်မာ ပျက်စီးလောင်ကျွမ်းမှုမှ ကာကွယ်ရန် တပ်ဆင်ထားသည့် ကာကွယ်မှုစနစ်များ၏ ပုံမှန်လုပ်ဆောင်မှုများကို စစ်ဆေးရန်၊

(ဋ) ထရန်စဖော်မာ သုံးစွဲချိန်တွင် တုန်ခါမှုနှင့် အသံထွက်ပေါ်မှု အခြေအနေများကို စစ်ဆေးရန်၊

(ဌ) မြေစိုက်ကြိုးများ၏ ဆက်သွယ်မှု ကောင်း/မကောင်း၊ ပြတ်တောက်မှု ရှိ/မရှိ စစ်ဆေးရန်၊

(ဍ) ထရန်စဖော်မာများကို ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းရာတွင် တာဝန်ပေးအပ်ထားသော လျှပ်စစ်ကျွမ်းကျင်သူ ဝန်ထမ်းများဖြင့်သာ ဆောင်ရွက်ရန် ဖြစ်ပါသည်။

ထရန်စဖော်မာများသုံးစွဲရာတွင် သတိပြုရမည့်အချက်များ

(က) နိုင်ငံပိုင်စက်ရုံ၊ ပုဂ္ဂလိကအဆောက်အဦနှင့် လုပ်ငန်းများတွင် ထရန်စဖော်မာ တပ်ဆင်သုံးစွဲမည်ဆိုပါက အောက်ပါ အခြေခံ အချက်အလက်များကို သိရှိရန် လိုအပ်ပါသည်။

(၁) Capacity (kVA)

(၂) Primary Voltage (Volt)

(၃) Secondary Voltage (Volt)

(၄) Frequency (Hz)

(၅) Tapping Range

(၆) Vector Group

(၇) Outdoor or Indoor Used

(ခ) စက်ရုံ၊ အဆောက်အဦများတွင် ထရန်စဖော်မာများကို တပ်ဆင်သုံးစွဲရာ၌ Installed Load ကို သုံးစွဲနေသည့်ဝန်အား (H.P) ပမာဏကို သိရှိထားရန် လိုအပ်ပါသည်။ စက်ရုံ၊ အဆောက်အဦများ လည်ပတ်ချိန်၊ အသုံးပြုချိန်တွင် ထရန်စဖော်မာဝါယာခွေများအတွင်း စီးဆင်းနေသည့် လျှပ်စီးပမာဏ (ဝန်အား) ကိုလည်း တိုင်းတာမှတ်သားထားရန် လိုအပ်ပါသည်။ သုံးစွဲသည့်လျှပ်စီးအားသည် ထရန်စဖော်မာမှ ဝန်အားနိုင်နင်းမှု ရှိ/မရှိ ကို စမ်းစစ်ကြည့်ရပါမည်။ ထရန်စဖော်မာများကို သတ်မှတ်ထားသော ဝန်အားထက် ကျော်လွန်ပြီး အချိန်ကြာမြင့်စွာ မနိုင်ဝန်ထမ်းနေရလျှင် ဝါယာခွေအတွင်း၌ အပူချိန်မြင့်တက်လာပြီး ၎င်းတို့အပေါ်မှ ဖုံးအုပ်ထားသော လျှပ်ကာပစ္စည်းများ ယိုယွင်းပျက်စီးကာ ထရန်စဖော်မာများ လောင်ကျွမ်းပျက်စီးနိုင်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် ဝန်အားများပြီး အပူချိန်လွန်ကဲမှု ရှိ/မရှိ သိရှိနိုင်ရန် Thermometer များ တပ်ဆင်အသုံးပြုကြပါသည်။ ထရန်စဖော်မာအရွယ်အစားငယ်လျှင် အမြဲတမ်း တပ်ဆင်အသုံးပြုလေ့မရှိပါ။ စစ်ဆေးလိုသည့် အချိန်မှသာ ပြဒါးတိုင် (Thermometer) စိုက်ထည့်၍ တိုင်းတာပါသည်။ ထရန်စဖော်မာ၏ စုစုပေါင်းအပူချိန် သည် 80° C သို့မဟုတ် 180° F ထက် မပိုသင့်ပေ။ ၎င်းထက် လွန်ကဲစွာ ပိုနေပါက မနိုင်ဝန်ကို အချိန်ကြာမြင့်စွာ ထမ်းနေရခြင်းကြောင့် ထရန်စဖော်မာလောင်ကျွမ်းမှု ဖြစ်ပွားနိုင်ပါသည်။

(ဂ) ထရန်စဖော်မာများအတွင်း တပ်ဆင်ထားသော ဝါယာခွေများ၏ လျှပ်ကာ (Insulation) များသည် အောက်ပါအချက်များကြောင့် လျော့နည်းကျဆင်းညံ့ဖျင်းတတ်ပါသည်-

(၁) သက်တမ်းကြာမြင့်စွာသုံးစွဲခြင်း

(၂) ဝန်အားပိုမိုသုံးစွဲခြင်း

(၃) ထရန်စဖော်မာအတွင်း လျှပ်စစ်အပြစ် (Fault) များကြောင့်ဖြစ်ခြင်း

(၄) မိုးကြိုးစက်ကွင်းဒဏ်ကြောင့်ဖြစ်ခြင်း

(၅) အဝင်ဗို့အားမြင့်တက်မှုကြောင့်ဖြစ်ခြင်း

(၆) ထရန်စဖော်မာဆီအတွင်း ရေငွေ့ဝင်ရောက်လာမှုဖြစ်ခြင်း

(ဃ) ထိုကဲ့သို့ ဝါယာခွေများ၏ လျှပ်ကာများပျက်စီးပါက ဓာတ်အားယိုစီးမှုများ ဖြစ်ပေါ်လာပြီး ပါဝါဆုံးရှုံးမှုများ၊ အပူချိန်များ များပြားမြင့်တက်လာကာ ဝါယာခွေများ လောင်ကျွမ်းပျက်စီးနိုင်ပါသည်။

(င) ထရန်စဖော်မာဝါယာခွေများ၏ လျှပ်ကာ၊ လျှပ်တားခုခံမှုများကို အခါအားလျော်စွာ စစ်ဆေးရန် လိုအပ်ပါသည်။

(စ) ထရန်စဖော်မာများဖြင့် သုံးစွဲရာတွင် ဗို့အားနိမ့် ၄၀၀ ဗို့ လိုင်း(၃)လိုင်းတွင် လျှပ်စီးပမာဏညီမျှအောင် ချိန်ညှိသုံးစွဲရန် လိုအပ်ပါသည်။

(ဆ) ထရန်စဖော်မာသို့ အဝင်/အထွက် ဗို့အား၊ လျှပ်စီးအားတို့ကို ပုံမှန် ရှိ/မရှိ၊ ဗို့အားမြင့်တက်မှု၊ လျော့နည်းမှု အခြေအနေများကို နေ့ရက်၊ အချိန်၊ နာရီနှင့် စက်လည်ပတ်ချိန်၊ သုံးစွဲချိန်များတွင် မှတ်တမ်းတင်ထားရပါမည်။

(ဇ) ဓာတ်အားခွဲရုံတွင် တပ်ဆင်ထားသည့် မိုးကြိုးလွှဲများ၏ အခြေအနေကိုလည်း အခါအားလျော်စွာ စစ်ဆေး၍ လိုအပ်ပါက ပြုပြင်ပေးရပါမည်။

(ဈ) စံချိန်စံညွှန်းနှင့်အညီ အရည်အသွေးမြင့်မားသော ထရန်စဖော်မာများကို အသုံးပြုရန် လိုအပ်ပါသည်။

ထရန်စဖော်မာစမ်းသပ်စစ်ဆေးသည့် နည်းလမ်းများ

ထရန်စဖော်မာများကို အောက်ပါအတိုင်း စမ်းသပ်စစ်ဆေးနိုင်ပါသည်-

(က) Routine Test

(၁) Measurement of winding resistance

(၂) Measurement of Voltage ratio and check of phase displacement

(၃) Measurement of short circuit impedence and load loss

(၄) Measurement of no- load loss and current

(၅) Dielectric routine test for rated voltage $\leq$ 66 kV
(Highest voltage $U_m \leq 72.5$ kV)(IEC 60076-3)

(က) Separate source AC withstand voltage test

(ခ) Short duration induce AC withstand voltage test

(၆) Tests on On-Load tap-chargers, where appropriate

(ခ) Type Test

(၁) Temperature rise test (IEC 60076-2)

(၂) Dieletric type test for rated voltage $\leq$ 66 kV
(Highest voltage $U_m \leq 72.5$ kV)(IEC 60076-3)

(က) Lightning impulse test

(ဂ) Special Test

(၁) Dieletric Special Test (IEC 60076-3)

(၂) Measurement of zero sequence impedance

(၃) Short-circuit withstand test(IEC 60076-5)

(၄) Determination of sound levels (IEC 60551)

(၅) Measurement of the harmonics of the no-load current

(၆) Measurement of the power taken by the fan and oil pump motors

(၇) Measurement of insulation resistance to earth of the windings

ထရန်စဖော်မာတွင် ဖြစ်ပေါ်တတ်သော စွမ်းအင်ဆုံးရှုံးမှုများ (Energy loss in Transformer)

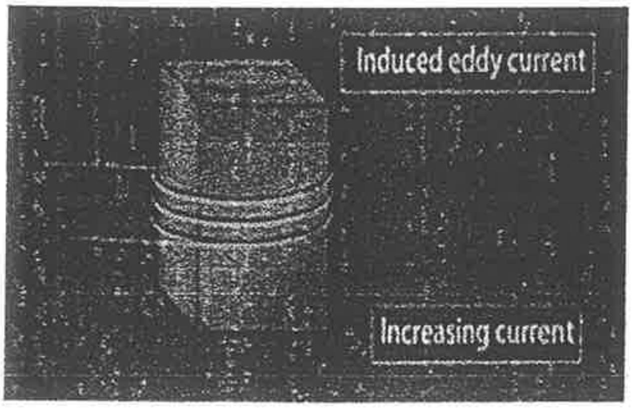
ထရန်စဖော်မာတစ်လုံး အသုံးပြုပြီး မူလဝါယာခွေ (PrimaryWinding) မှ တစ်ဆင့်ခံ ဝါယာခွေ (Secondary Winding) သို့ စွမ်းအင်ကူးပြောင်းပေးရာတွင် အောက်ပါအတိုင်း စွမ်းအင်ဆုံးရှုံးမှု (၄) မျိုးရှိသည်။ယင်းတို့မှာ-

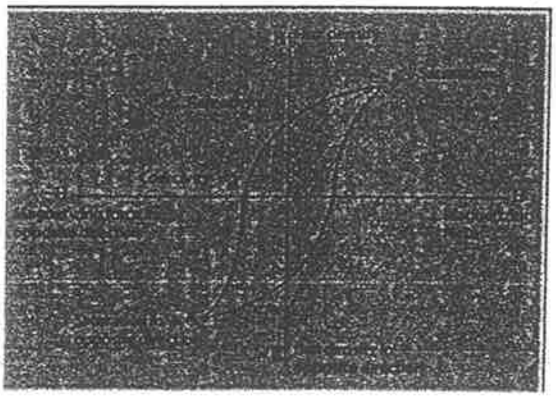
(၁) ဝါယာကြိုးအတွင်းခုခံမှုကြောင့် ဆုံးရှုံးခြင်း (Resistance of the coil)

(၂) သံပြားအတွင်းဖြစ်ပေါ်သော (eddy current) ကြောင့် ဆုံးရှုံးခြင်း (ပုံ(က))

(၃) သံပြားအတွင်းဖြစ်ပေါ်သော အပြန်အလှန်သံလိုက်စက်ကွင်း (Hysteresis) ဖြစ်ပေါ်မှု ဆုံးရှုံးခြင်း (ပုံ(ခ))

(၄) သံအူတိုင်အတွင်း သံလိုက်လိုင်း ယိုစီး (Flux Leakage) ဆုံးရှုံးခြင်း





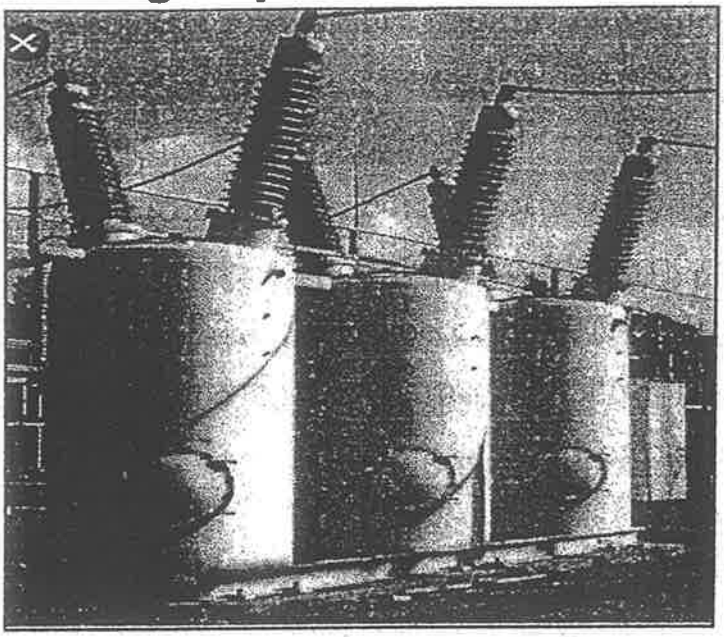
ပုံ(၉-၄) Eddy Current ကြောင့် လျှပ်စီးမြင့်တက်ပုံ

ထရန်စဖော်မာတွင် အသုံးပြုသော ဝါယာကြိုးအတွင်း စွမ်းအင်ဆုံးရှုံးမှုလျော့နည်းစေရန် အသုံးပြုသောဝါယာကြိုးသည် ကြေးပါဝင်မှုအချိုး ကောင်းမွန်ရမည့်အပြင် ထက်ပိုင်းဖြတ် မျက်နှာပြင်ဧရိယာ (cross sectional area) ကြီးသော ဝါယာကြေးနန်းကြိုးကို အသုံးပြုရမည်။ သံပြားအူတိုင် (iron core) ၏ မျက်နှာပြင်ထိပ်ဖြတ်တွင် ပေါ်ပေါက်လာသော (eddy current) ကြောင့် အပူထွက်ပေါ်လာပြီး စွမ်းအင်ဆုံးရှုံးမှုအား သံပြားအူတိုင်အား သံတုံးသံခဲ သို့မဟုတ် ထူထဲသော သံပြားများ အသုံးပြုခြင်းအစား ပါးလွှာသော သံပြားချပ်များ ပါးလွှာသံမဏိပြား (Liminated Steel Sheet) အား တွဲစပ် အသုံးပြုရမည်။ သံပြားအူတိုင်အတွင်း သံလိုက်လိုင်းစက်ဝန်းများ အပြန်အလှန်ဖြစ်ပေါ်ခြင်း (cycle of magnetization and demagnetization) ကြောင့် သံပြားအူတိုင်အတွင်း အပူဖြစ်ပေါ်ပြီး စွမ်းအင်ဆုံးရှုံးမှု (Hysteresis loss) လျော့နည်းစေရန် သံအူတိုင်

တွင် အသုံးပြုသောသံပြားအား ပျော့ပြောင်းပါးလွှာသော အမျိုးအစား (thin sheets soft iron) အသုံးပြုရမည်။ သံအူတိုင်အတွင်း သံလိုက်လှိုင်းယိုစီး (Flux Leakage) ဆုံးရှုံးခြင်း သက်သာစေရန်အတွက် ပါးလွှာသံမဏိပြားများအား တွဲစပ်မှုအား ကောင်းမွန်စေခြင်း၊ အမျိုးအစား ကောင်းမွန်သော သံမဏိသံပြားအား အသုံးပြုခြင်း၊ မူလဝါယာခွေ (Primary Winding) မှ တစ်ဆင့်ခံဝါယာခွေ (Secondary Winding) သို့ စွမ်းအင်ကူးပြောင်းပေးရာတွင် သံအူတိုင်များကြားတွင် လေဟာကြားခံနယ် (Air gap) တတ်နိုင်သမျှ လျော့နည်းအောင် ဆောင်ရွက်ရမည်။

အခန်း(၁၀)
ခလုတ်ဂီယာ
ပတ်လမ်းဖြတ်ခလုတ်များ

၁။ ဆီဖြတ်ပတ်လမ်းဖြတ်ခလုတ် (Oil Circuit Breaker)



ပုံ(၁၀-၁) Oil Circuit Breaker

လျှပ်စစ်ဖိအားများသော ပတ်လမ်းများနှင့် လျှပ်စီးအားများသော ပတ်လမ်းများကို ပိတ်သောအခါ လျှပ်စစ်မီးပွားများ လွန်ကဲစွာ ထွက်ပေါ်တတ်သဖြင့် ၎င်းပတ်လမ်းများရှိ မော်တာများ၊ အခြားလျှပ်စစ်စက်များ၊ လျှပ်စစ်ပြောင်းစက်များနှင့် ဌာနအလိုက်ခွဲဝေပေးသော ပါဝါလိုင်းများကို ဖွင့်ခြင်း၊ ပိတ်ခြင်းအတွက် အို.စီ.ဘီ (OCB) များကို အသုံးပြုကြသည်။ အို.စီ.ဘီဆိုသည်မှာ လျှပ်စစ်ကွန်တက်များကို ဆီဖြတ်ထားသည့် တိုင်ကီထဲတွင် ဖွင့်ခြင်း ပိတ်ခြင်း ပြုလုပ်သော ခလုတ်ကြီးများကို ဆိုလိုပါသည်။ ဆီသည် ကွန်တက်များဖွင့်သောအခါ ထွက်ပေါ်လာသည့် လျှပ်စစ်မီးပွားများကို ငြိမ်းသတ်ပေးသည်။ လျှပ်စစ်ဖိအားများသော အို.စီ.ဘီများတွင် အထူးစီမံထားသော လျှပ်စစ်မီးများ ငြိမ်းသတ်စေသည့် ကိရိယာများကို အောက်ပါအတိုင်း(၂)မျိုးခွဲခြားထားသည်-

ပတ်လမ်းဖြတ်ခလုတ်များကို အောက်ပါအတိုင်း (၂)မျိုး ခွဲခြားထားသည်-

(က) ဆီအများ (Bult Oil) ပတ်လမ်းဖြတ်ခလုတ်

(ခ) ဆီအနည်း (Minimun Oil) ပတ်လမ်းဖြတ်ခလုတ်တို့ဖြစ်သည်။

(က) ဆီအများ (Bult Oil) ပတ်လမ်းဖြတ်ခလုတ်

ဆီအများ (Bulk Oil) အမျိုးအစား၏ တည်ဆောက်ပုံများမှာ ကွန်တက်အားလုံးသည် ဆီဖြည့်ထားသည့် တစ်ခုတည်းသော တိုင်ကီထဲတွင် နစ်မြုပ်ထားပါသည်။ ဆီ၏ တာဝန်မှာ ကွန်တက်များ ပွင့်လိုက်သည့်အခါ ထွက်ပေါ်လာသော လျှပ်စစ်မီးပွားများကို

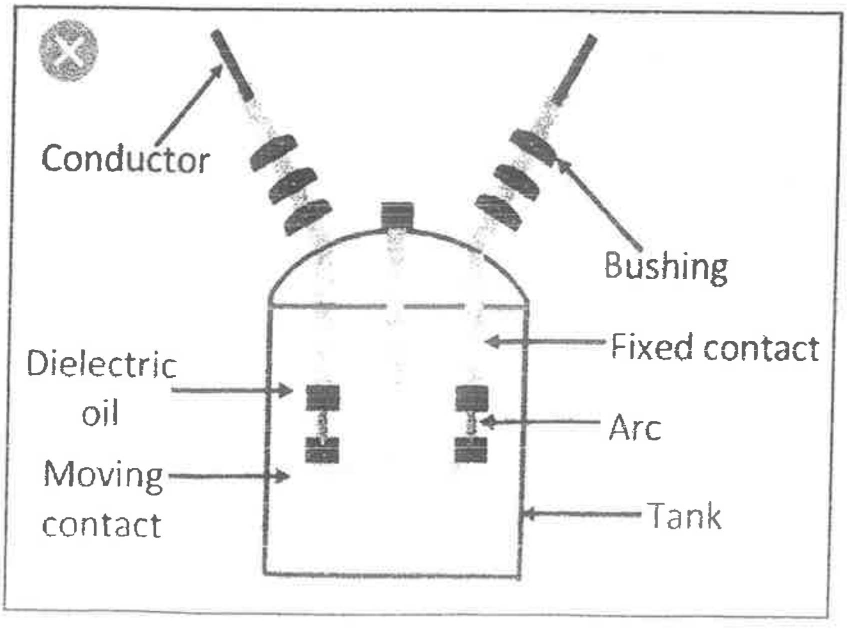
ငြိမ်းသတ်စေခြင်း၊ သွင်တစ်ခုနှင့် တစ်ခုအကြားတွင် လျှပ်ကာအဖြစ်ဆောင်ရွက်ခြင်း နှင့် ကွန်တက်များနှင့် ဆီတိုင်ကီတို့အကြားတွင် လျှပ်ကာအဖြစ်ဆောင်ရွက်ခြင်းတို့ဖြစ် ပါသည်။

(ခ) ဆီအနည်း (Minimun Oil) ပတ်လမ်းဖြတ်ခလုတ်

ဆီအနည်း (Minimun Oil) ပတ်လမ်းဖြတ်ခလုတ် အမျိုးအစား၏ တည်ဆောက်ပုံမှာ ဓာတ်အားလိုင်းတစ်ခု၏ ကွန်တက်များသည် ဆီဖြည့်ထားသော တိုင်ကီတစ်ခုတည်း တွင် သီးခြားနစ်မြုပ်ထားပါသည်။ ဆီဖြည့်ထားသော တိုင်ကီကိုလည်း လျှပ်ကာပစ္စည်း တစ်မျိုးမျိုးတို့ဖြင့် ဆောက်လုပ်ထားသောကြောင့်လည်းကောင်း၊ သံတိုင်ကီ၏ အတွင်း ပိုင်းတွင် လျှပ်ကာပစ္စည်းတစ်မျိုးမျိုးကို လိုင်နာအဖြစ် ထည့်သုံးထားသောကြောင့် လည်းကောင်း၊ ဆီ၏ အဓိကတာဝန်မှာ လျှပ်စစ်ဖိအားများသော ပတ်လမ်းများတွင် သုံးကြပါသည်။ Bulk Oil အမျိုးအစားထက် ပေါ့ပါးသေးငယ်သည့် အကျိုးကြောင့် သုံးစွဲရန် အများကြိုက်ပစ္စည်းဖြစ်ပါသည်။

၂။ လျှပ်စစ်မီးပွားငြိမ်းသတ်ပုံ

ပတ်လမ်းဖြတ်ခလုတ်တွင် လျှပ်စစ်မီးငြိမ်းအခန်းများ ပါရှိပါသည်။ ကွန်တက်များပိတ်သော အခါ လျှပ်စစ်မီးပွားများ မဖြစ်ပေါ်သော်လည်း ဖွင့်လိုက်သောအခါ မီးပွားများထွက်ပေါ်လာပါ သည်။ ပုံ(၁)နှင့် (၂)ကို ကြည့်ပါ။ ၎င်းတို့ထွက်ပေါ်လာခြင်းကြောင့် တိုင်ကီထဲတွင်ရှိသော ဆီများ၏ ဖိအားမှာ ပိုလာလေမီးပွားများ၏ ပေါက်ကွဲမှုကြောင့် လျှပ်တားဖြတ်အချိန်ပိုင်းတွင် တိုင်ကီထဲသို့ လေမှုတ်သွင်းခြင်းခံရသော အဖြစ်မျိုးနှင့် တူသောအကျိုးသက်ရောက်မှု ပေါ်ပေါက်လာသဖြင့် ဆီများဖိအားပိုလာရခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် လျှပ်စစ်မီးပွားများသည် ဆီ၏ ဖိအားကို ခံလိုက်ရ သဖြင့် ကွန်တက်၏အပြင်ဘက်တိုင်ကီအတွင်းသို့ လွင့်ပါးပျောက်ကွယ်သွားရလေသည်။

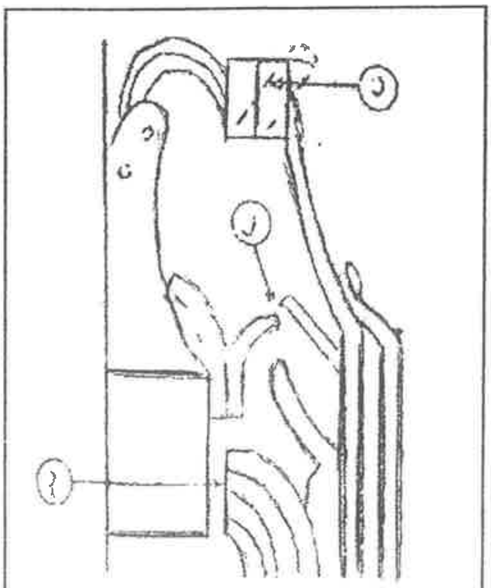


ပုံ (၁၀-၂) Oil Circuit Breaker တည်ဆောက်ထားပုံ

အထွေထွေမီးထွန်းခြင်း၊ ဓာတ်အားပေးခြင်းနှင့် မော်တာများအား ကာကွယ်ရန်အလို့ငှာ တပ်ဆင် အသုံးပြုပါသည်။ ၎င်းတို့ကို ဓာတ်အားအမြင့်ဆုံး(ဒီစီ ၃၀၀၀ ဗို့) ရှိသော မီးရထားလျှပ်စစ် ပတ်လမ်းများတွင်လည်း အသုံးပြုကြပါသည်။

၎င်းတွင် အထက်အောက်တည့်တည့် တပ်ဆင်ထားသော ကွန်တက်သေနှစ်ခုရှိ၍ ၎င်းတို့အား ဆက်သွယ်ရာကွန်တက်ရှင်တစ်ခု တပ်ဆင်ထားပါသည်။ ပင်မကွန်တက်များအပြင် ကာဗွန်ကွန်တက် (Arcing Contact) နှင့် အတူအညီကွန်တက် (Auxilary Contact) များလည်းတပ်ဆင်ထားရာ ၎င်းကွန်တက်များသည် ပင်မကွန်တက် မထိမီထိ၍ ပင်မကွန်တက်ကွာပြီးမှ ကွာကြပါသည်။ ပုံ(၃) ကို ကြည့်ပါ။

ဤကဲ့သို့ တပ်ဆင်ထားခြင်းအားဖြင့် ပင်မကွန်တက်တွင် လျှပ်စစ်မီးပွားစားခြင်းမှ သက်သာ စေနိုင်ပါသည်။ အပ်တင်းကွန်တက်နှင့် အတူအညီကွန်တက်များတွင် လျှပ်စစ်မီးပွားစားခြင်းကို လုံးဝခံရသော်လည်း ၎င်းတို့ကို ဖြုတ်ပြီး အစားလဲလှယ်ရာတွင် လွယ်ကူမှုရှိသည့်အတွက် များစွာ အကျိုးရှိပါသည်။ ယခင်အခါကဆိုပါလျှင် ပင်မကွန်တက်များကို ကြေးနီပြားကလေးများ အတက်လိုက် ပြုလုပ်ထားပါသည်။ ပတ်လမ်းဖြတ်ခလုတ်တာများကို ဖွင့်လိုက်သောအခါ ဖော်ပြပါ ပင်မကွန်တက်သည် ကွန်တက်သေပေါ်တွင် ဖိအားဖြင့် ပွတ်တိုက်ကာ ထိသွားခြင်းဖြင့် ကောင်းမွန် စွာ ထိစပ်ခြင်းကို ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။ အပ်တင်းကွန်တက်များကို ယခင်အခါမှစ၍ ယနေ့တိုင် သုံးစွဲသော လေဖြတ်ပတ်လမ်းဖြတ်ခလုတ်များတွင် ကာဗွန်သတ္တုစပ်များနှင့် ပြုလုပ်သုံးစွဲကြသော် လည်း ယခုအခါတွင် အများအားဖြင့် ငွေနှင့် တန်စတင်သတ္တုစပ် (သို့မဟုတ်) ကြေးနီနှင့် တန်စတင်သတ္တုစပ်များဖြင့် ပြုလုပ်သုံးစွဲလာကြသည်ကို တွေ့ရှိနိုင်ပါသည်။ ၎င်းသတ္တုစပ်များသည် လျှပ်စစ်မီးပွားများကို ခုခံတားဆီးနိုင်စွမ်းရှိပါသည်။

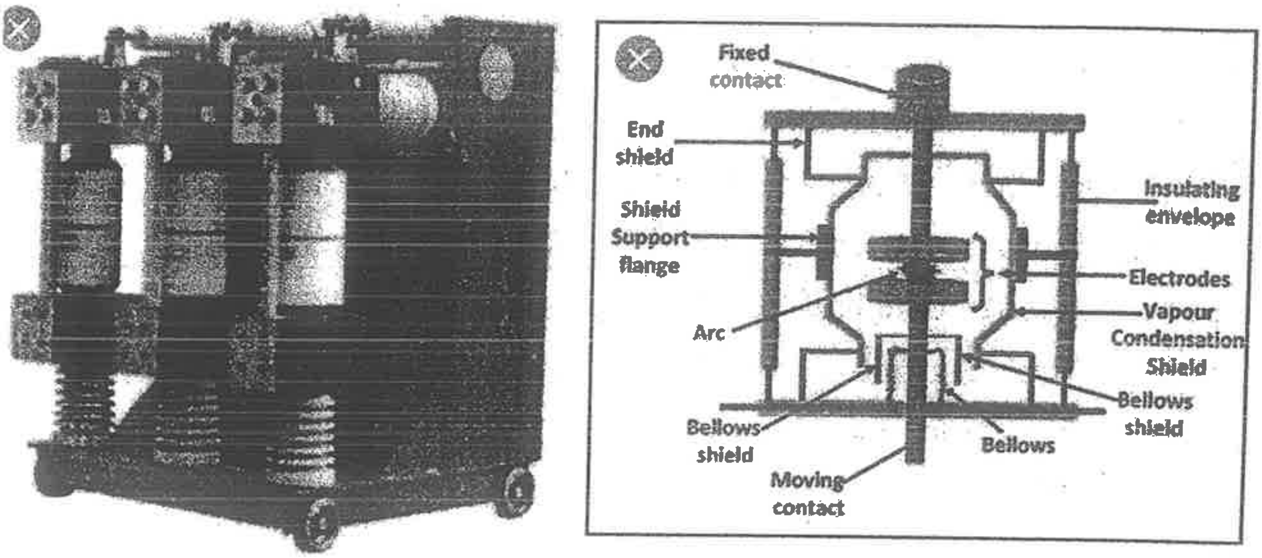


(၁)ကာဗွန်ကွန်တက် (Arcing Contact)
(၂)အကူအညီကွန်တက် (Auxilary Contact)
(၃)ပင်မကွန်တက် (Main Contact)

ပုံ(၁၀-၃) ပတ်လမ်းဖြတ်ခလုတ်များရှိ Contace များပြပုံ

၃။ လေဟာနယ်ဖြတ်ပတ်လမ်းဖြတ်ခလုတ် (Vaccum Circuit Breaker)

လေဟာနယ်ဖြတ်ခလုတ်များသည် ဓာတ်အားဖြင့် အေစီ (၃ ကီလိုဗို့ မှ ၁၂ ကီလိုဗို့ထိ) ပတ်လမ်းများတွင် လျှပ်စစ်ဓာတ်အားဖြန့်ဖြူးသော ဌာနများ၊ လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ရယူသော ဌာနများ၊ မော်တာများအား ကာကွယ်ရန်အလို့ငှာ တပ်ဆင်အသုံးပြုရပါသည်။ လေဟာနယ် ပတ်လမ်းဖြတ်ခလုတ်တွင် ကွန်တက်များပွင့်သောအခါ ထွက်ပေါ်လာသော လျှပ်စစ်မီးပွားကို ကိုယ်လုံပတ် လေဟာနယ်ဗူးတွင် ဖြတ်သန်းခြင်းဖြင့် မီးပွားများကိုငြိမ်းတတ်ပါသည်။ ကွန်တက်ပိုင်းများကို အစဉ်အမြဲ ဂရုစိုက်ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းရန် မလိုအပ်ပေ။ ကွန်တက်ပိုင်းများကို အသုံးပြုနိုင်သည့် သက်တမ်းမှာ အလွန်ရှည်ကြာပြီး အသစ်လဲလှယ်ရန်သာ လိုအပ်ပါသည်။



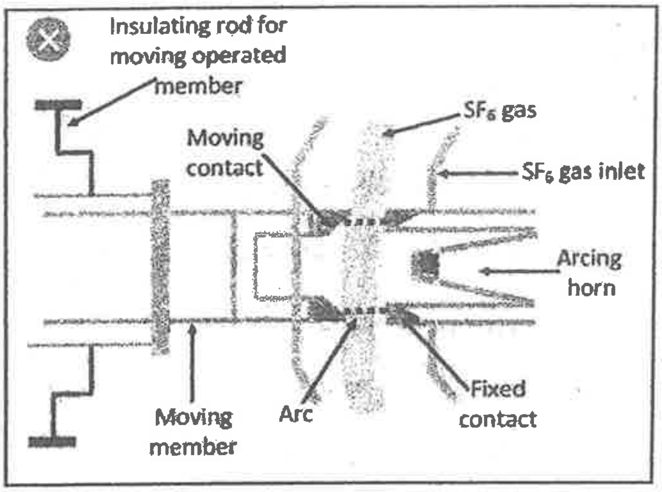
ပုံ(၁၀-၄) Vaccum Circuit Breaker

၄။ Gas Circuit Breaker

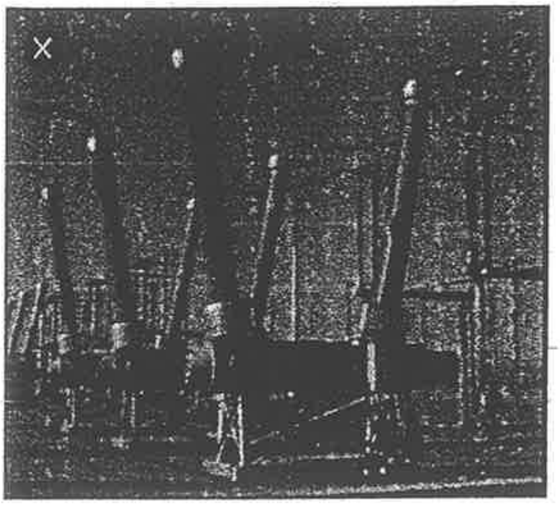
ထရန်စဖော်မာအတွက် Common Mechanism တစ်ခုတည်းနှင့် 3 Phase ကို အလိုအလျောက် ဖွင့်/ပိတ်နိုင်သည်။ Line အတွက် Phase တစ်ခုချင်းစီကို သီးခြား Spring Mechanism သို့မဟုတ် Pneumatic Mechanism များသုံးကာ အလိုအလျောက် ပြန်ပိတ်ပေးသော စနစ်ဖြစ်သည်။ Breaker ဖွင့်ချိန်တွင် ထွက်လာသော Arc ကို ကြားဖြတ်လိုက်ခြင်း Interruption တစ်ခုတည်းတွင် Gas များအား အပေါ်ပိုင်းတွင် ထားပြီး:Fixed Contact နှင့် Moving Contact, Puffer Cylinder နှင့် ပစ်စတင် ကို အသေတပ်ဆင်ထားပါသည်။ ဖွင့်ရာတွင် Moving Contact ကို Puffer Cylinder တစ်လျှောက် ဆွဲချပါသည်။

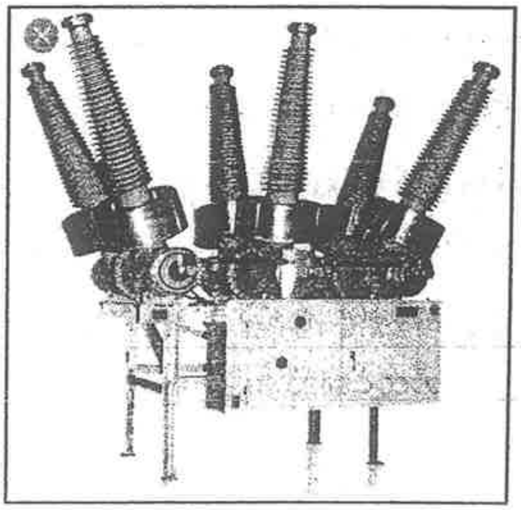
Contact နှစ်ခုကွာသွားပြီးနောက် နှစ်ခုကြားတွင် Arc ပေါ်ထွက်လာပါသည်။ ထို့အတူ Puffer Cylinder အောက်သို့ ရွေ့လာသည်နှင့်အမျှ Gad ကို ဖိအားဖြစ်စေကာ အသေတပ်ထား

သောပစ်စတင်မှ ဓာတ်ငွေ့များကို နော်ဇယ်မှတဆင့် Arc ပေါ်သို့ မှုတ်ထုတ်လိုက်ပါသည်။ အကွာအဝေးတစ်ခုရောက်အောင် ဆက်လက်ရွေ့လျားနေပြီးနောက် Dielectric အား လုံလောက်သောအကွာအဝေးကို ရောက်ပြီး Arc ကို ပြည့်ပြည့်ဝဝ ငြိမ်းသတ်နိုင်သည်။



ပုံ(၁၀-၅) SF_6 Gas Circuit Breaker တည်ဆောက်ပုံ





ပုံ(၁၀-၆) SF_6 Gas Circuit Breaker

အခန်း(၁၁)
ထိန်းချုပ်ကိရိယာများ

ရှေ့ပြေးထိန်းချုပ်ကိရိယာများ (Protective Relays)

ဓာတ်အားပို့လွှတ်ခြင်း၊ ဖြန့်ဖြူးခြင်း လုပ်ငန်းများနှင့် ဝန်အားများစွာ အသုံးပြုသော စက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံကြီးများတွင် လျှပ်စစ်ကိရိယာများ၏ ပတ်လမ်း (Circuit) များအလိုက် လိုင်းခွဲ (Feeder) များ အလိုက် ပင်မခလုတ်အဖြစ် Switchgear၊ Circuit Breaker များဖြင့် ထိန်းချုပ်ရပါသည်။ အရေးကြီးသည့်အချိန်တွင် အလိုအလျောက် အမြန်ဆုံးဖြတ်တောက်နိုင်ရန်နှင့် အားကိုးစိတ်ချစွာ အကာအကွယ်ပြုရန် ရှေ့ပြေးထိန်းချုပ်ကိရိယာ (Protective Relays) များကို ပူးတွဲတပ်ဆင် အသုံးပြုရပါသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် ဆင့်ကမ်းလုပ်ဆောင်မှုဖြင့် အကာအကွယ်ပြုခြင်းကို ဆောင်ရွက်ပါသည်။ ၎င်းသည် လျှပ်စစ်စီးကြောင်းကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသော သံလိုက်စက်ကွင်း (Electromagnetic Field) များနှင့် လျှပ်စစ်ဖိအား (Electromotive Forcc EMF) တို့၏ အင်အားကို အခြေခံ၍ တုံ့ပြန်လုပ်ဆောင်မှုပေးသည့် ကိရိယာဖြစ်ပါသည်။ စောင့်ကြပ်ရန် တပ်ဆင်မှု ပြုထားသည့် ပတ်လမ်းတွင် အခြေအနေ ထူးခြားသောအခါ တိုက်ရိုက်ဖြစ်စေ၊ သွယ်ဝိုက်၍ဖြစ်စေ ဓာတ်အားဖြတ်တောက်ရန် စီမံပြုလုပ်ထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။

Protective Relays များကိုရှေးဦးစွာ Dynamic Type (သို့) Induction Disc Type ဖြင့် တီထွင် အသုံးပြုခဲ့ပြီးနောက်ပိုင်းတွင် Static Type (သို့) Electronic Built-in Type ဖြင့် လုပ်ဆောင်မှုများစွာကို အရွယ်ပမာဏသေးငယ်စွာဖြင့် တိကျစွာ ဆောင်ရွက်နိုင်သည့် ကိရိယာ အဖြစ် တီထွင်အသုံးပြုကြပါသည်။

အကာအကွယ်ပြုအမျိုးအစားများမှာ

(၁) လျှပ်စီးလွန်ခြင်း (Over Current Relay)

(၂) မြေဓာတ်အပြစ်ကျခြင်း (Earth Fault Relay)

(၃) အချိုးကွာခြားနားခြင်း (Percentage Differential Relay)

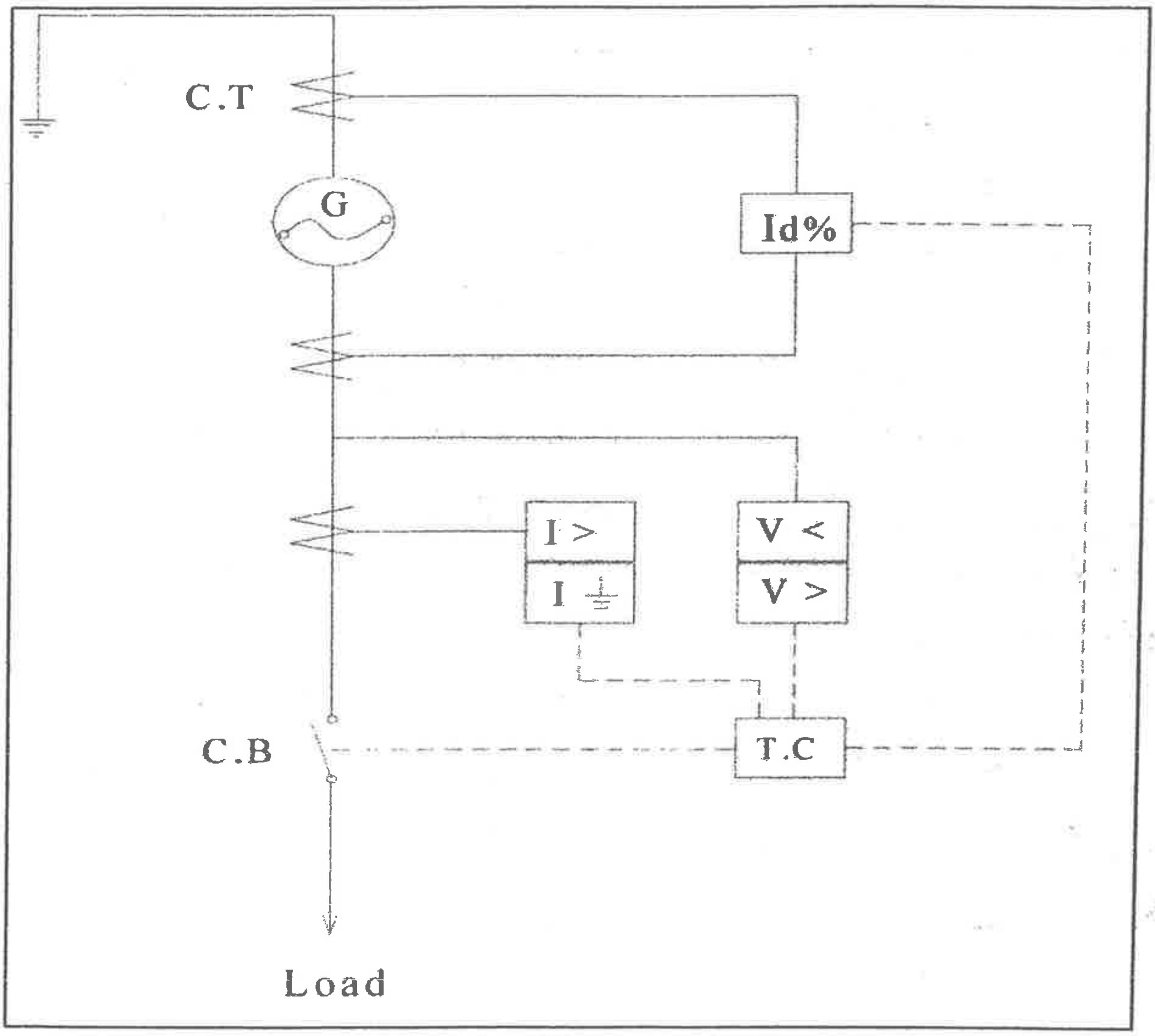
(၄) ဗို့အားလျော့ကျခြင်း (Under Voltage Relay)

(၅) ဗို့အားလွန်ခြင်း (Over Voltage Relay)

(၆) ဓာတ်အားပြောင်းပြန်ဝင်ရောက်ခြင်း (Reverse Power Relay)

ဆင့်ကမ်းလုပ်ဆောင်ပုံမှာ Relay အမျိုးအစားအလိုက် သက်ဆိုင်ရာပတ်လမ်းတွင် ကြိုတင်ချိန်ဆ သတ်မှတ်ထားသော လျှပ်စီး (Current)၊ ဗို့အား (Voltage)၊ အချိုးအစား (Ratio)၊ လားရာဘက် (Direction) စသည်များထက် ကျော်လွန်ခြင်း၊ လျော့ကျခြင်းစသည့် မှုမမှန်သော

အခြေအနေ ဖြစ်ပေါ်လာသောအခါ ထူးခြားသော သံလိုက်ဆွဲအား၊ တွန်းအားဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။ ထိုအခါ Relay ရှိပွိုင့် (Contact) တို့ ထိကပ်စေကာ ဆက်လက်ပြီး Circuit Breaker ၏ Tripping Coil ကို လုပ်ဆောင်စေခြင်းဖြင့် ဓာတ်အားပြတ်တောက်စေပါသည်။



Id% = Percentage Differential
I > = Over Current
I ⏚ = Earth Fault
V < = Under Voltage
V > = Over Voltage
T.C = Tripping Coil
C.B = Circuit Breaker
C.T = Current Transformer

ပုံ(၁၁-၁)Switch Gear, Circuit Breaker with Protective Relay

အခန်း(၁၂)

ဓာတ်လှေကား အခြေခံသဘောတရားများ

ဓာတ်လှေကားဆိုသည်မှာ လူအများ (သို့မဟုတ်) ကုန်များ (သို့မဟုတ်) နှစ်မျိုးစလုံး တင်ဆောင်ရန် တည်ဆောက်ထားပြီး အဆောက်အဦတစ်ထပ်မှ တစ်ထပ်သို့ ဒေါင်လိုက်ရွေ့လျား၊ အတင်အချပြုလုပ်သည့် စက်ယန္တရားဖြစ်ပါသည်။

ဓာတ်လှေကားတွင်-

- လူစီးဓာတ်လှေကား **(Passenger Lift)**
- ကုန်တင်ဓာတ်လှေကား **(Goods Lift)**
- လုပ်ငန်းသုံးဓာတ်လှေကား **(Service Lift)** နှင့်
- ဆေးရုံသုံးဓာတ်လှေကား **(Hospital Lift)** ဟူ၍ ခွဲခြားတည်ဆောက်ထားပါသည်။

လူစီးဓာတ်လှေကားကို ရုံး၊ စက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံ၊ လူနေတိုက်တာ၊ ဈေး၊ ဟိုတယ်၊ ဆေးရုံ၊ ဘုရား၊ ကျောင်း၊ ခန်းမအဆောက်အဦ၊ အားကစားရုံ၊ ပြတိုက်၊ သင်္ဘော စသည်ဖြင့် နေရာမျိုးစုံတွင် တပ်ဆင်အသုံးပြုပါသည်။

ကုန်တင်ဓာတ်လှေကားကို စက်ရုံ၊ ဆိပ်ကမ်း၊ ဂိုဒေါင်၊ အလုပ်ရုံ၊ ဟိုတယ်၊ ခန်းမ စသည့်နေရာတို့တွင် တပ်ဆင် အသုံးပြု၏။

လုပ်ငန်းသုံး ဓာတ်လှေကားကို စားသောက်ဆိုင်၊ မျှော်စင်၊ စာကြည့်တိုက်၊ ဘုန်းကြီးကျောင်း စသည့် နေရာများတွင် တပ်ဆင်အသုံးပြု၏။

၁။ ထိန်းချုပ်ပုံ

ဓာတ်လှေကားကို မောင်းနှင်ရန်အတွက် ဓာတ်လှေကားအိမ်ကို သံမဏိကြိုးများဖြင့် ချိတ်ဆွဲထားပြီး မော်တာနှင့် ဂီယာတွဲထားသော စက်ဖြင့် အတင်အချ၊ အတက်အဆင်း မောင်းနှင်နိုင်၏။ ဓာတ်လှေကားအပေါ်သို့ တက်ရန်အတွက် မော်တာကို **Forward** လည်စေပြီး အောက်သို့ ဆင်းရန်အတွက် **Reverse** လည်စေရ၏။ အချို့ဓာတ်လှေကားများတွင် ဂီယာမပါဘဲ **Gearless** ပုံစံနှင့်လည်းရှိ၏။ **Gear** အစား **Drum** ပုံစံနှင့်လည်း မောင်းနှင်နိုင်၏။ အသုံးများသော ဓာတ်လှေကားများမှာ **Gear** ပါဝင်သော **Traction machine** အမျိုးအစားများ အသုံးများ၏။

ယခင်ဓာတ်လှေကားများတွင် မောင်းနှင်ရန်အတွက် ဓာတ်လှေကားအိမ်အတွင်း၌ မောင်းနှင်ရမည့်ခလုတ်၊ မောင်းတံပါရှိ၏။ မောင်းတံကို အတက်အဆင်း လိုအပ်သည့်ဘက်သို့ ချိုး၍ မောင်းနှင်နိုင်၏။ ဓာတ်လှေကားသည် အပေါ်ဆုံးသို့ ရောက်နေပါက အပေါ်သို့ ဆက်၍ မောင်းမရစေရန်လည်းကောင်း၊ အောက်ဆုံးရောက်နေပါက အောက်သို့ဆက်၍ မဆင်းစေရန်လည်းကောင်း ကန့်သတ်ထားသော Final Limit Switch များရှိ၏။ ယနေ့ခေတ်ပေါ် ဓာတ်လှေကားများတွင်

လိုအပ်သောအထပ်သို့ ခလုတ်နှိပ်၍ သွားရောက်နိုင်သကဲ့သို့ အလိုရှိသော အထပ်မှလည်း ခလုတ်နှိပ်၍ ခေါ်ယူမောင်းနှင်နိုင်၏။ အချို့သော ဓာတ်လှေကားများတွင် သွားလိုသော အထပ်သို့ ခလုတ်နှိပ်ပါက မည်သည့်ဓာတ်လှေကားကို စောင့်ဆိုင်းစီးနှင်းရမည်ကို ညွှန်ပြသော **Program** နှင့် ပြုလုပ်ထား၏။

ဓာတ်လှေကား မောင်းနှင်ရာတွင်လည်း ဓာတ်လှေကား ချောမွေ့စွာ လည်ပတ်မောင်းနှင်နိုင်သောခေတ်မီ **Electronic Control** များနှင့် မောင်းနှင်သောစနစ် အသုံးများလာပြီဖြစ်၏။ ယခင်ဓာတ်လှေကားများတွင် မောင်းနှင်သော **Speed** တစ်မျိုး၊ နှစ်မျိုး **(one speed** နှင့် **two speed)** ဟူ၍ ရှိ၏။

၂။ အရေးပေါ်အရှိန်သတ်စနစ်

ဓာတ်လှေကားအရေးပေါ် အရှိန်သတ်စနစ်တွင်လည်း ဓာတ်လှေကားတိုင်းတွင် ဓာတ်လှေကားမောင်းသည့်လက်ကိုင်ကို ရပ်သည့်အနေအထားသို့ ထားလိုက်သည်နှင့် တစ်ပြိုင်နက်၊ ပထဝီဆွဲအားကို အသုံးပြု၍သော်လည်းကောင်း၊ စပရင်ကိုသုံး၍သော်လည်းကောင်း အလိုအလျောက် အလုပ်လုပ်သည့် အရှိန်သတ်ကို တပ်ဆင်ထားရှိရမည်။ ဤအရှိန်သတ်သည် လျှပ်စစ်သဘောအရ အလုပ်လုပ်ရမည်ဖြစ်ပြီး၊ လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ပြတ်သည့်အခါများတွင် စပရင်၏ ဆွဲအား (သို့မဟုတ်) အခြားနှင့် ခွင့်ပြုထားသော စက်မှုကိရိယာဖြင့် အလိုအလျောက် အလုပ်လုပ်ရမည်။

၃။ နှစ်ထပ်ပတ် ရှဉ့်လှောင်အိမ်မော်တာ

ဓာတ်လှေကားမောင်းနှင်သော မော်တာများတွင် နှစ်ထပ်ပတ် ရှဉ့်လှောင်အိမ်မော်တာကို ယခင်က အသုံးပြုခဲ့၏။ နှစ်ထပ်ပတ်ရှဉ့်လှောင်အိမ် မော်တာတွင် မော်တာစတင် မောင်းနှင်ချိန်နှင့် မော်တာရပ်တန့်ခါနီး အချိန်တွင် Pole များသော Winding နှင့် အရှိန်လျှော့မောင်းနှင်ပြီး၊ ဓာတ်လှေကားမော်တာအရှိန် ရလာသောအခါ Pole နည်းသော Winding နှင့် အရှိန်မြင့် မောင်းနှင်ရသော စနစ်သုံး၏။ ယခုအခါတွင် 3 Ø Inductionmotor ကို အသုံးပြုပြီး ၎င်းမော်တာ၏ လည်ပတ်နှုန်းကို Voltage, Frequency နှင့် ထိန်းချုပ်မောင်းနှင်သည့် မော်တာများ အသုံးများလာ၏။ အချို့သော ဓာတ်လှေကားမော်တာသည် Rotor တွင် Winding ရစ်ပတ်ထားသော Wound Rotor Induction Motor ကို သုံးထား၏။ ၎င်းမော်တာကို Slip Ring Motor ဟုလည်းခေါ်၏။

၄။ သတ်မှတ်ချက်

ဓာတ်လှေကားအတွက် သတ်မှတ်ချက်များမှာ-

Motor အတွက် Capacity သတ်မှတ်ချက်မှာ ဓာတ်လှေကားစက် Traction Machine နှင့် Gear Ratio၊ အထပ်အမြင့်၊ မောင်းနှင်သောအမြန်နှုန်း၊ သယ်ဆောင်မည့်ဝန်အား၊ တည်ဆောက်

ထားသော ဓာတ်လှေကားအိမ်နှင့် ဆန့်ကျင်ဘက်အလေးတို့ပေါ် မှီ၍ ရွေးချယ်ရ၏။ မော်တာ၏ လျှပ်တားအဆင့် သတ်မှတ်ချက်မှာလည်း ဓာတ်လှေကားမောင်းနှင်ရသည့် လုပ်ငန်းနေရာ သဘာဝ အလိုက် Insulation Class B, E, F စသည်ဖြင့် ရွေးချယ်ရ၏။ Motor၏ Rating ကိုလည်း 60 min, 15 minစသည်ဖြင့် သတ်မှတ်ရွေးချယ်ရ၏။ Protection Index ကိုလည်း IP 115, 43 စသည်ဖြင့် အသုံးနေရာလိုက် သတ်မှတ်ထား၏။ လုပ်ငန်းသဘာဝအရ St/ hr ကိုလည်း သတ်မှတ်ထား၏။

၅။ အတက်အဆင်း ခရီးလွန်ကန့်သတ်ခြင်း

ဓာတ်လှေကားမောင်းနှင်ရာတွင် ပုံမှန်မောင်းနှင်နေစဉ် မြေညီထပ် အထပ်တံခါးနှင့်အညီ တွင်လည်းကောင်း၊ အပေါ်ဆုံးထပ်အထပ်ညီတွင်လည်းကောင်း ရပ်တန့်ရပါမည်။ ပုံမှန်မဟုတ်ဘဲ မောင်းနှင်ခြင်းတွင် (ဥပမာ) စစ်ဆေးရေးပြုလုပ်စဉ်၊ ကြိုးခိုင်ရေးပြုလုပ်စဉ်၊ ပြင်ဆင်ရေးပြုလုပ်စဉ် နှင့် မီးအားအတက်အကျကြောင့်သော်လည်းကောင်း၊ ထိန်းချုပ်ပတ်လမ်းများ စစ်ဆေးနေစဉ် မောင်းနှင်ရာတွင် မြေညီထပ် (သို့မဟုတ်) အပေါ်ဆုံးထပ်အထပ်ညီ ရပ်တန့်ခြင်းမပြုဘဲ အတက်အဆင်း ခရီးလွန်ခြင်းဖြစ်နိုင်၏။ ထိုအချိန်တွင် ဓာတ်လှေကား ခရီးလွန်မောင်းနှင်ခြင်းမှ ရပ်တန့်ရန် လိုအပ်၏။ ထို့အတွက် အပေါ်ဆုံးနှင့် အောက်ဆုံးတွင် **Limit Switch** တစ်ခုစီ တပ်ဆင်ထားရ၏။

၆။ ဓာတ်လှေကားအိမ်တံခါးနှင့် စကြံန်တံခါး ကြားယှက်မှု၏ အခြေခံသဘောတရား

ဓာတ်လှေကား ပုံမှန်မောင်းနှင်ရန်အတွက် လိုအပ်သော လျှပ်စစ်ပိုင်းဆိုင်ရာများ၊ စက်မှုပိုင်းဆိုင်ရာများ ကြားယှက်မှု **Inter Lock** စနစ်ထားရှိရ၏။ ဓာတ်လှေကားအတက် (သို့မဟုတ်) အဆင်းမောင်းနှင်ရာတွင် ဓာတ်လှေကားအိမ်တံခါးနှင့် စကြံန်တံခါးများ အားလုံးပိတ်ထားရန် လိုအပ်၏။ စကြံန်တံခါး (သို့မဟုတ်) အထပ်တံခါးသည် ဓာတ်လှေကားအိမ်ရှိ နေရာမှ ဖွင့်၍ ရနိုင်သော တံခါးဖြစ်ရန် စက်မှုပိုင်းဆိုင်ရာ ကြားယှက်မှု ပြုလုပ်ထားရပါမည်။ တံခါးပွင့်နေပါက ဓာတ်လှေကား မောင်းနှင်၍ မရစေရန် လျှပ်စစ်ပိုင်းဆိုင်ရာ ကြားယှက်မှု ပြုလုပ်ထားရမည် ဖြစ်၏။ ဓာတ်လှေကား မရှိဘဲ တံခါးဖွင့်လိုပါက ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းသူက သတ်မှတ်ထားသော တံခါးသော့နှင့် ဖွင့်မှသာ ဖွင့်၍ ရနိုင်အောင် စီစဉ်ပြုလုပ်ထားရ၏။

၇။ ဓာတ်လှေကားအိမ် အကျယ်အဝန်း

ဓာတ်လှေကား အိမ်အကျယ်အဝန်းသည် သယ်ဆောင်မည့် ဝန်အားအပေါ်မူတည်၍ တွက်ချက်တည်ဆောက်ရန်၊ ဓာတ်လှေကားတစ်ခု အများဆုံး သယ်ဆောင်နိုင်စွမ်းသည် ဓာတ်လှေကားအိမ်အတွင်းရှိ ခုံဧရိယာ တစ်စတုန်းရန်းပေ (၉၃၀- စတုရန်းစင်တီမီတာ) တွင် (၇၅)ပေါင် (၃၄-ကီလိုဂရမ်) ထက် မပိုရပေ။ မည်သည့်လူစီးဓာတ်လှေကားတွင်မဆို တစ်ကြိမ်

သယ်ဆောင်နိုင်သော ခွင့်ပြုဝန်အားသည် ဖော်ပြပါပုံသေနည်းအရ တွက်ချက်ရရှိသော ဝန်အလေး ထက်မပိုရ။

(က) ကြမ်းပြင်အတွင်းသား အသားတင်ဧရိယာ (၅၀)စတုရန်းပေထက် မပိုသော ဧရိယာရှိ ဓာတ်လှေကားအတွက်

ပ = ၀.၆၆၇ ဧ^2 + ၆၆.၇ ဧ

(ခ) ကြမ်းပြင်အတွင်းသား အသားတင်ဧရိယာ (၅၀) စတုရန်းပေထက်ပိုသော ဧရိယာရှိ ဓာတ်လှေကားအတွက်

ပ = ၀.၀၄၆၇ ဧ^2 + ၁၂၅ ဧ -၁၃၆၇

ဖော်ပြပါ ပုံသေနည်းတွင် "ပ" သည် အနည်းဆုံးသတ်မှတ်ဝန်ပေါင်းဖြစ်ပြီး "ဧ"သည် ကြမ်းပြင်၏ အတွင်းသားဧရိယာစတုရန်းပေဖြစ်သည်။

၈။ ဓာတ်လှေကားဆိုင်းကြိုး၏ ဘေးကင်းပြုကိန်း

ဓာတ်လှေကားဆွဲသော ကြိုးများ၏ ဘေးကင်းပြုကိန်းသည် (၁၀) ထက်မနည်း ရှိရမည်။ ကျန်အခြားအဆောက်အဦ အစိတ်အပိုင်းများ၏ ဘေးကင်းပြုကိန်းသည် သံမဏိကိုယ်ထည်ဖြစ်ပါက အနည်းဆုံး(၅)နှင့် အားဖြည့်ကွန်ကရစ်ဖြစ်ပါက အနည်းဆုံး (၇)ရှိရမည်။ ဘေးကင်းပြုကိန်းကို ဖော်ပြပါပုံသေနည်းဖြင့် တွက်ရမည်။

ဘေးကင်းပြုကိန်း = $\dfrac{\text{ခ} \times \text{န} \times \text{က}}{\text{ပ}}$

ယင်းတွင်

ခ = ထုတ်လုပ်သူ၏သတ်မှတ်သော ဓာတ်လှေကားကြိုးတစ်ချောင်း၏ ပြတ်မှုခံနိုင်အား၊

န = ဆိုင်းကြိုးအရေအတွက်

က = ၁: ၁ ဆိုင်းကြိုးသွယ်မှုအတွက် ဆိုင်းကြိုးကိန်း(၁)

= ၂: ၁ ဆိုင်းကြိုးသွယ်မှုအတွက် ဆိုင်းကြိုးကိန်း(၂)

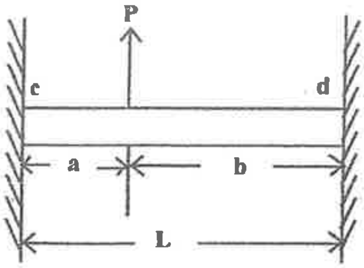
= ၃: ၁ ဆိုင်းကြိုးသွယ်မှုအတွက် ဆိုင်းကြိုးကိန်း(၃) စသည်ဖြင့် သတ်မှတ်၏။

ပ = ရပ်ထားချိန်တွင် ဓာတ်လှေကားအိမ်ကြိုးပေါ် ဆွဲထားသည့် ဝန်အလေးသည် (ခ)နှင့် ယူနစ်တူရမည်။

၉။ ကောင်းကင်ယက်မ ထိန်းခြင်းကို တွက်ချက်ခြင်း

ဓာတ်လှေကားအိမ်၊ ကားအိမ်အတွင်းရှိဝန်၊ ဆန့်ကျင်ဘက်အလေး (Counter weight) နှင့် ဓာတ်လှေကားစက်ပစ္စည်းများကို ချိတ်ဆွဲထောက်မထားနိုင်ရန် လုံလောက်သော ခံနိုင်ဝန်အား ရှိရန် လိုအပ်၏။

ယက်မတန်းများ၏ တန်ပြန်အားခံနိုင်မှု Reaction မှာ ဖော်ပြပါပုံသေနည်းအရ တွက်ချက်ပြီး လိုအပ်သော Reaction ကို ချိန်ညှိရမည်။



Reaction

$$Rc = -\frac{Pb^2}{L^3}(3a + b)$$

$$Rd = -\frac{Pa^2}{L^3}(a + 3b)$$

Main Specifications

Capacity		Rate speed (m/min)	Dimensions(mm)								
Rated Load (kg)	No.of Person		Door type	Entrance width(JJ)	Car internal (AA×BB)	Hoistway (XXY)	Machine room (AMXBM)	R1	R2	R3	R4
□ 400	5(E)										
□ 410	6(M)	60	CO	800	1400X800	1750X1350	2000X3200	3400	2000	4200	3500
□ 450	6(J)				1400X850	1750X1400					
□ 525	7(E)										
□ 545	8(M)	60	CO	800	1400X1030	1750X1590	2000X3400	3900	2250	4900	4000
□ 550	8(J)										
□ 600	9(J)										
□ 630	8(E)	60	CO	800	1400X1100	1750X1660	2000X3600	4500	2250	5400	4500
□ 610	9(M)				1400X1150	1750X1710					
□ 675	9(E)										
□ 680	10(M)	60	CO	800	1400X1250	1750X1810	2000X3600	4850	2700	5900	4700
□ 700	10(J)										

၁၀။ သတ်မှတ်ထားသော အမြန်နှုန်းအရ ကြားခံပစ္စည်း အမျိုးအစား

ဓာတ်လှေကား၏ သတ်မှတ်အမြန်နှုန်းအရေ အပေါ်ခရီးလွန်တာ၊ အောက်ခရီးလွန်တာ သတ်မှတ်ထားသကဲ့သို့ ဓာတ်လှေကားအိမ်နှင့် ဆန့်ကျင်ဘက်အလေးများသည် ကြမ်းပြင်ပေါ်နှင့် ဆောင့်ခြင်းမှ ကာကွယ်ရန် ကိရိယာများနှင့် ကြားခံများကို ဖော်ပြပါဇယား၏ လိုအပ်ချက်များနှင့် ကိုက်ညီစေရန် စီစဉ်ထားရမည်။

ဆန့်ကျင်ဘက်အလေးရပ်နားရန် Buffer အမျိုးအစားများ

မောင်းသောအမြန်နှုန်းများ		ဆန့်ကျင်ဘက်အလေးရပ်နားရန် ကိရိယာ(သို့)ကြားခံ၏အမျိုးအစား
ဓာတ်လှေကားအိမ်	ဆန့်ကျင်ဘက်အလေးများ	
တစ်မိနစ်လျှင် ၁၀၀ ပေ (၀.၅ မီတာ/ စက္ကန့်)ထက်မကျော်လျှင်	တစ်မိနစ်လျှင် ၂၀၀ ပေ (၁-မီတာ/စက္ကန့်)ထက်မကျော်လျှင်	တိုက်ရိုက်ရပ်နားရန် ကိရိယာများ၊ စပရင်ဘပ်ဖာများ(သို့)ဆီဟိုက်ဒရောလစ်ဘပ်ဖာများ
တစ်မိနစ်လျှင် ၁၀၀ ပေ (၀.၅ မီတာ/ စက္ကန့်) ထက်ကျော်ပြီး တစ်မိနစ်လျှင် ၃၀၀ ပေ (၀.၅ မီတာ/ စက္ကန့်) ထက်မကျော်လျှင်	တစ်မိနစ်လျှင် ၂၀၀ ပေ (၁- မီတာ/စက္ကန့်)ထက်ကျော်ပြီး တစ်မိနစ်လျှင် ၃၀၀ ပေ (၀.၅ မီတာ/ စက္ကန့်) ထက်မကျော်ပါက	စပရင်ကြားခံများ(သို့) ဟိုက်ဒရောလစ်ဘပ်ဖာများ
တစ်မိနစ်လျှင် ၃၀၀ ပေ (၀.၅ မီတာ/ စက္ကန့်) ထက်ကျော်လျှင်	တစ်မိနစ်လျှင် ၃၀၀ ပေ (၀.၅ မီတာ/ စက္ကန့်)ထက်ကျော်လျှင်	ဆီဟိုက်ဒရောလစ်ဘပ်ဖာများ

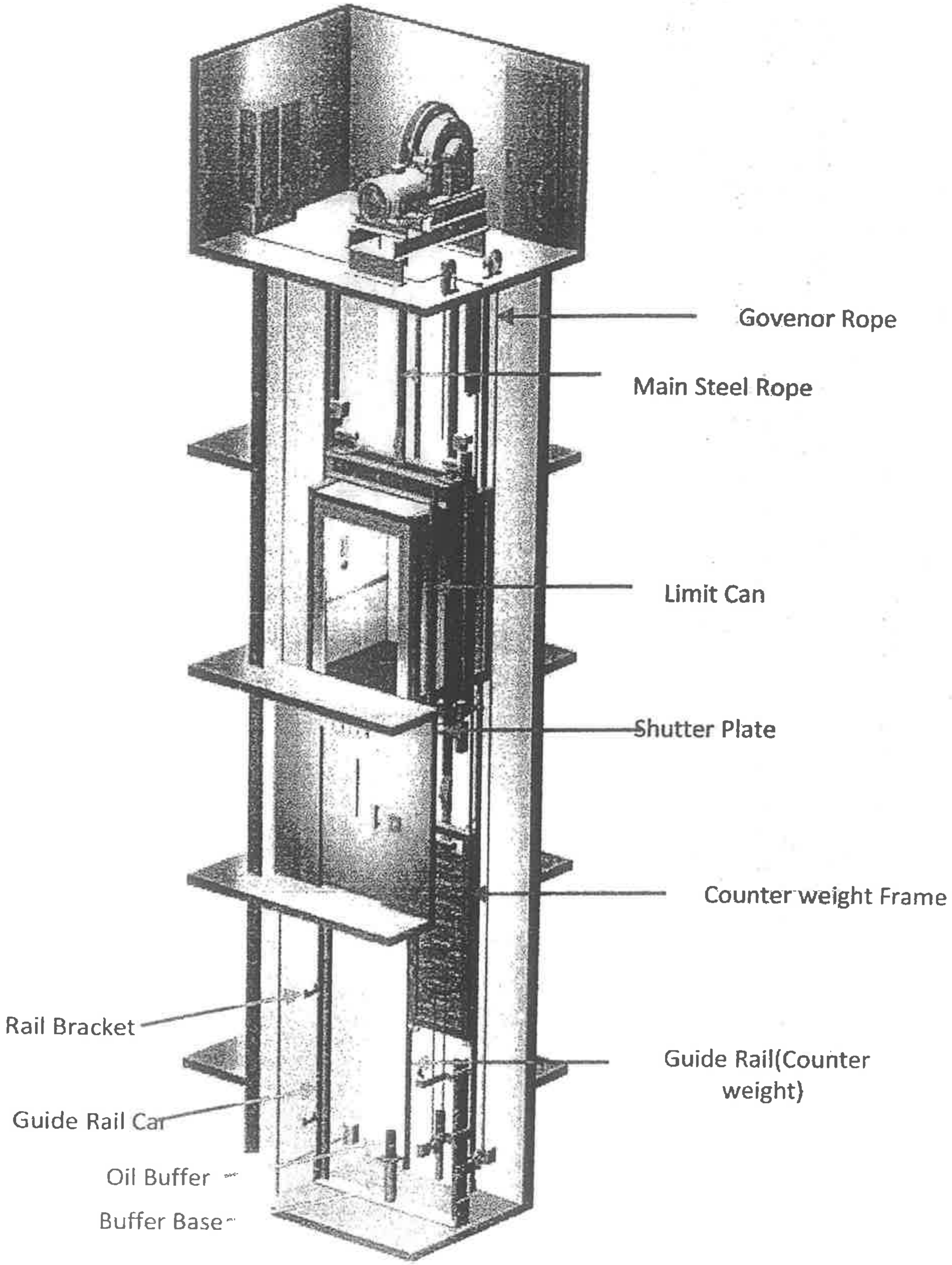
ကြားခံများ (Buffer) ကို စဉ်းစားတွက်ချက်ရာတွင် ဓာတ်လှေကားအိမ်နှင့် အလေး (သို့) ဆန့်ကျင်ဘက်အလေး၏ အလေးချိန်နှင့် အရှိန် (အမြန်နှုန်း) တို့ပေါ်တွင် အခြေခံပါသည်။ အရှိန်နှင့်ဆင်းလာသော အလေးချိန်ကို ခံနိုင်ရည်ရှိရပါမည်။

သစ်သားနှင့်ရာဘာ Buffer များကို အမြန်နှုန်း ၇၅ ft/min မကျော်သော ဓာတ်လှေကားတွင်သုံး၏။ စပရင် Buffer ကို အမြန်နှုန်း ၃၀၀ မကျော်သော ဓာတ်လှေကားတွင် သုံးပြီး ၃၀၀ ft/min ကျော်လျှင် ဆီဖြည့်ထားသော Hydraulic Buffer ကို သုံးရ၏။

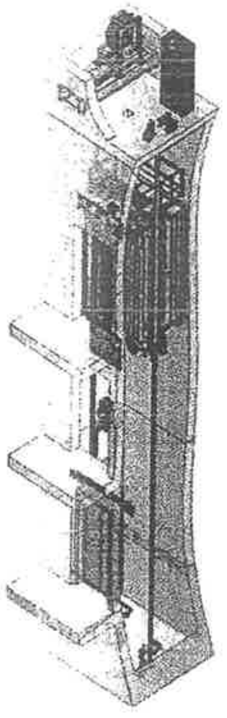
Buffer ပေါ်တွင် အလေးများ ကျရောက်ရပ်နားလျှင် အလေးသည် ၂၅ မီတာ/ စက္ကန့် /စက္ကန့် ဆုတ်ရှိန်ကို ခံနိုင်အောင် တည်ဆောက်ထားရမည်။

Elevator တွင် ပါဝင်သော

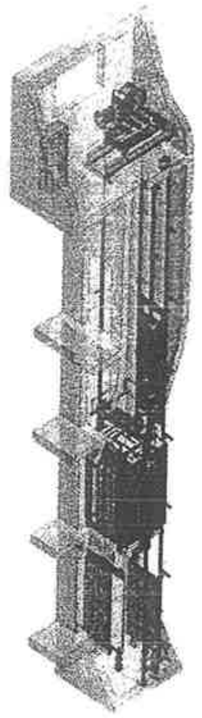
အဓိကအစိတ်အပိုင်းများပုံ



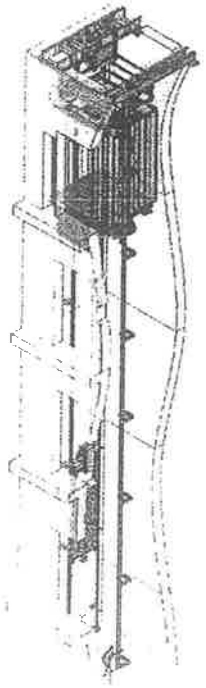
ပုံ(၁၂-၁) Hoist way



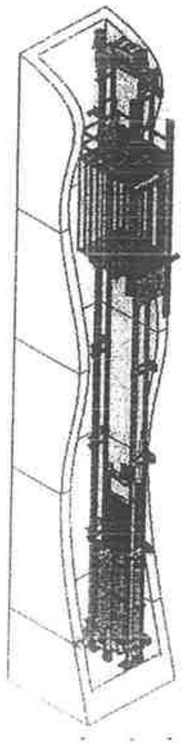
MR
Machine room elevator



MMR
Mini machine room elevator

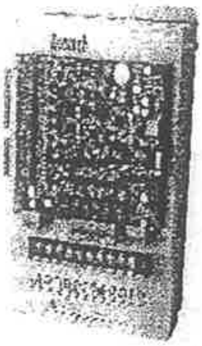


MRL (MOB)
MRL machine room less elevator

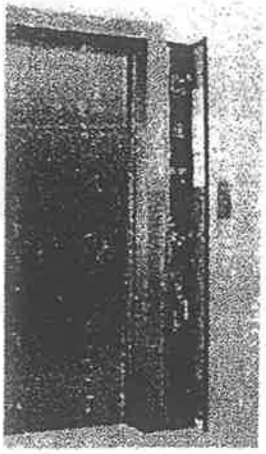


MRL(MOR)
MRL machine room less elevator

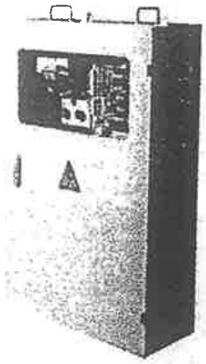
ပုံ (၁၂-၂) Elevator (M/R) Design



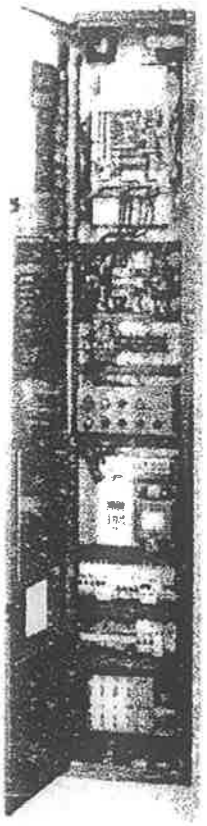
Invetro Drive



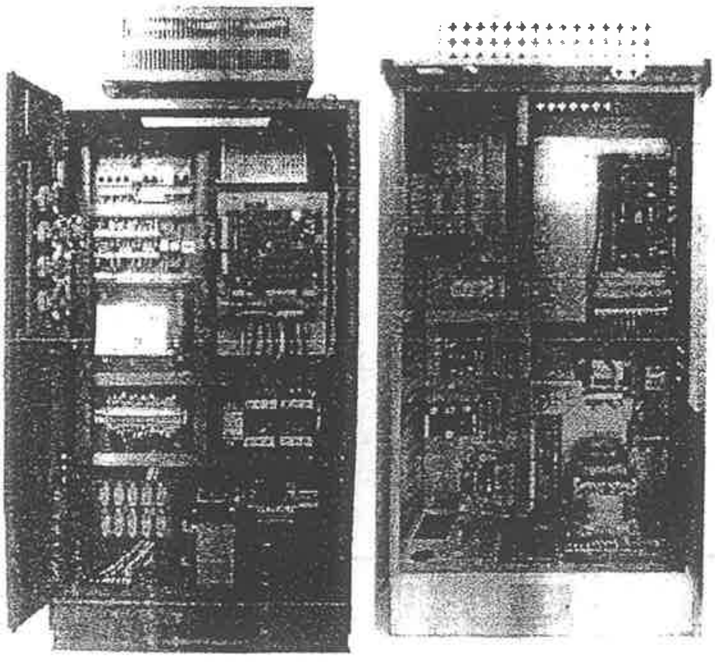
MRL E & I Panel



MMR Controller

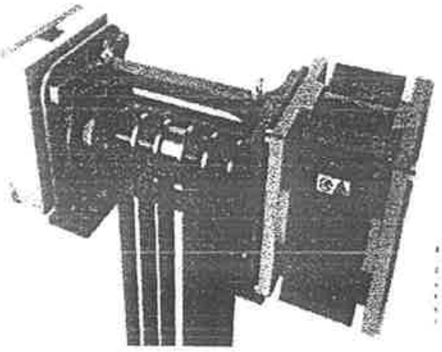


MRL Controller

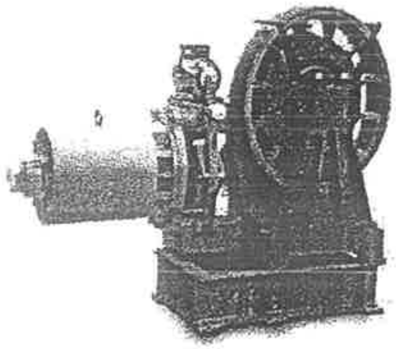


MR controller

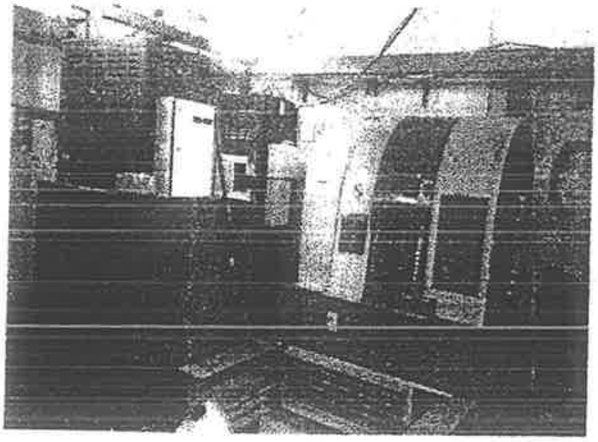
ပုံ (၁၂-၃) Elevator Controller



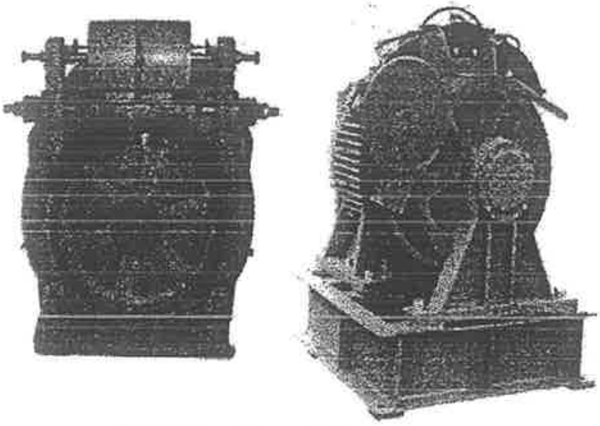
Radial PM Gearless Machine



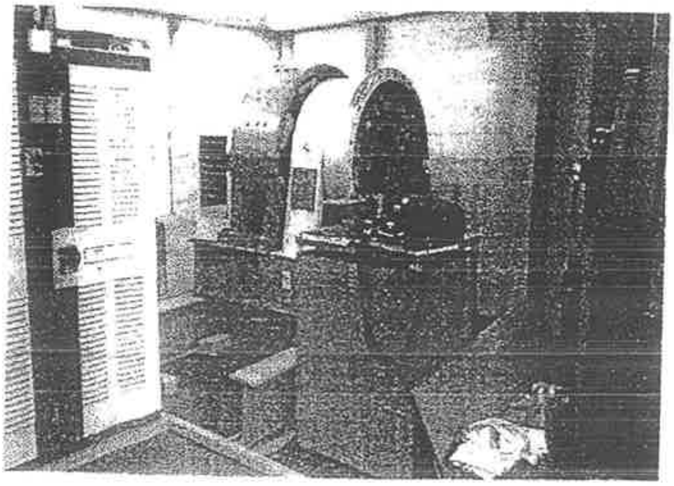
AC Geared Traction Machine



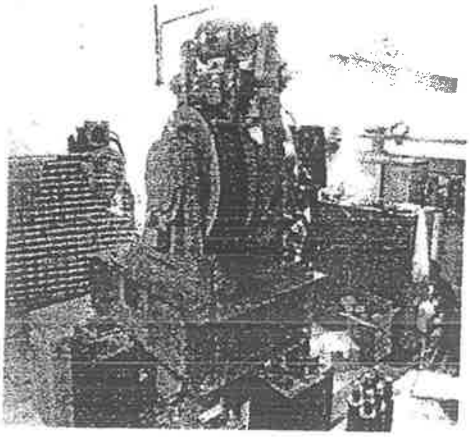
DC Geared less Traction Machine



AC Geared less Machine

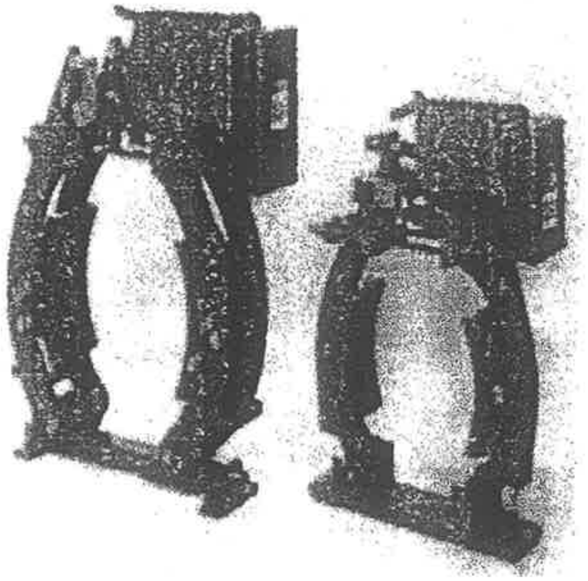


DC Geared less Traction Machine

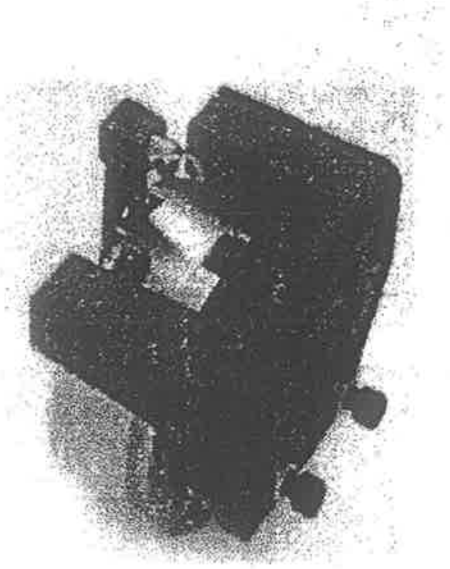


AC Geared less Machine

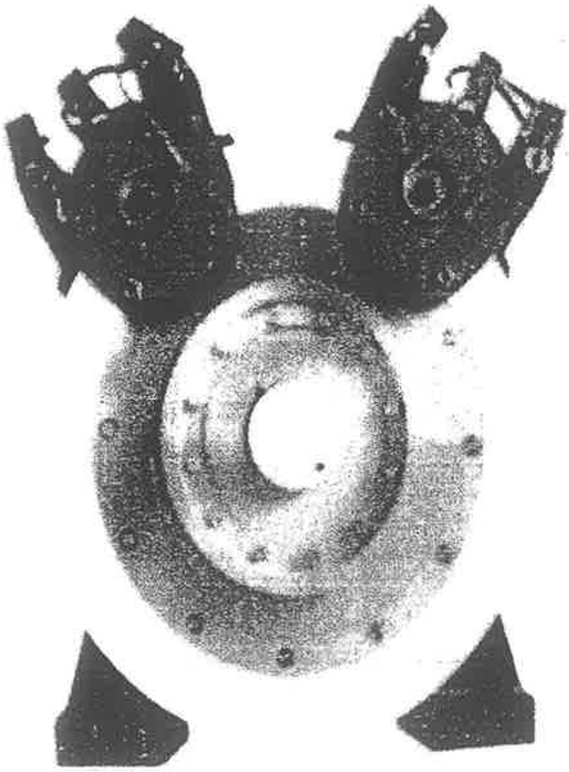
ပုံ (၁၂-၄) Traction Machines



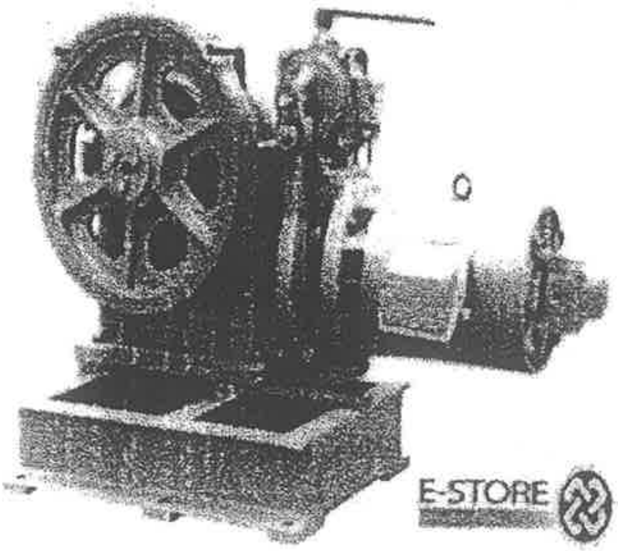
PMSM gearless Machine drum Brakes



Disc Brakes



PMSM gearless Machine Disc Brakes

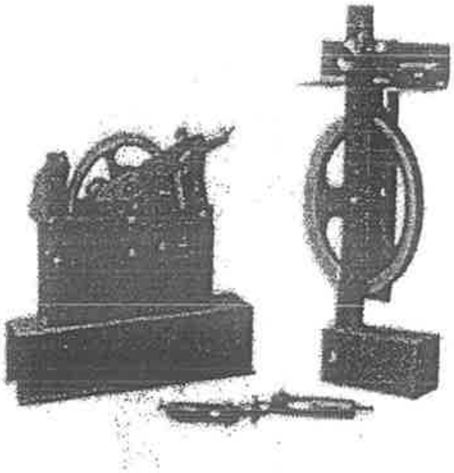


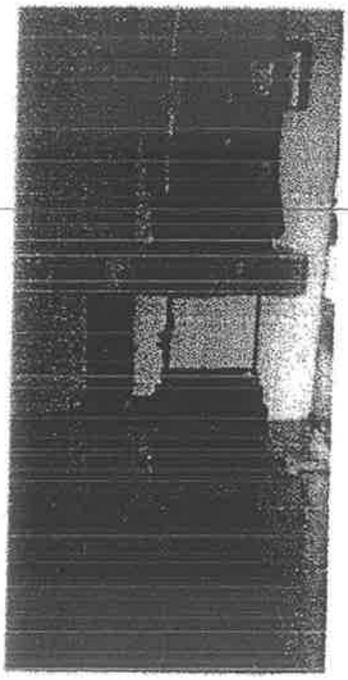
Introduction Motor with drum Brakes

ပုံ (၁၂-၅)Brakes

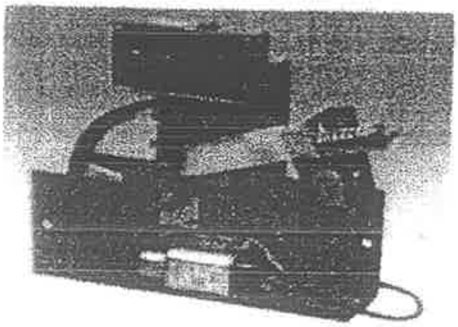
Dong Yang overspeed governor.

Otis Gen2 elevator governor tensioning pulley

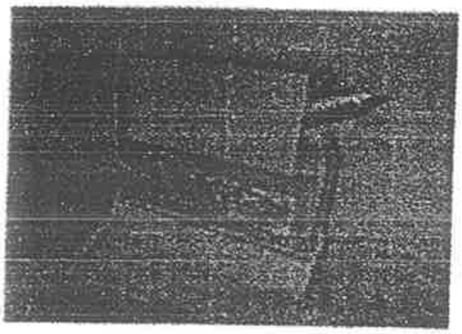




WITTUR OVERSPEED governor



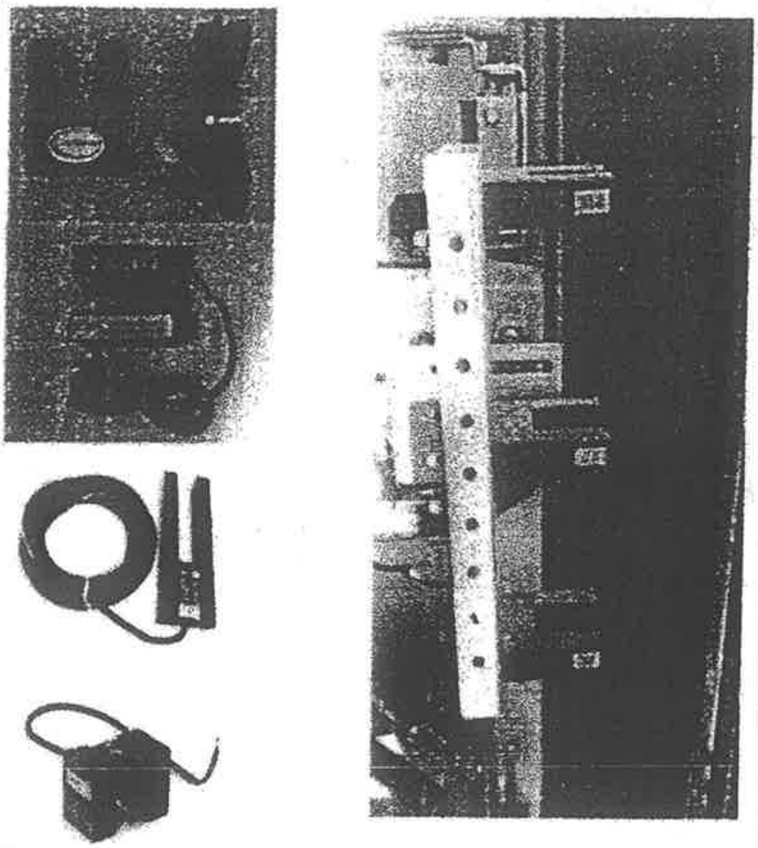
Machine Roomless Overspeed Governor



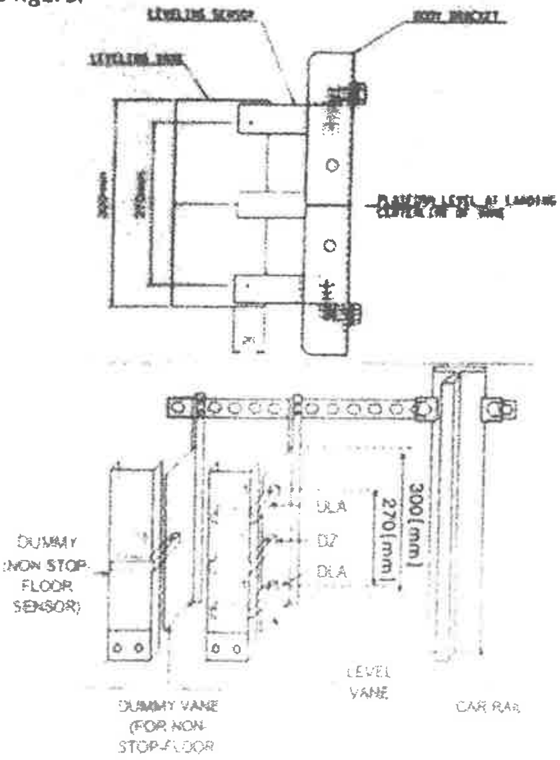
LG-OTIS overspeed governor

ပုံ (၁၂-၆) Governar

To Know the door zone and the accuracy of levelling..

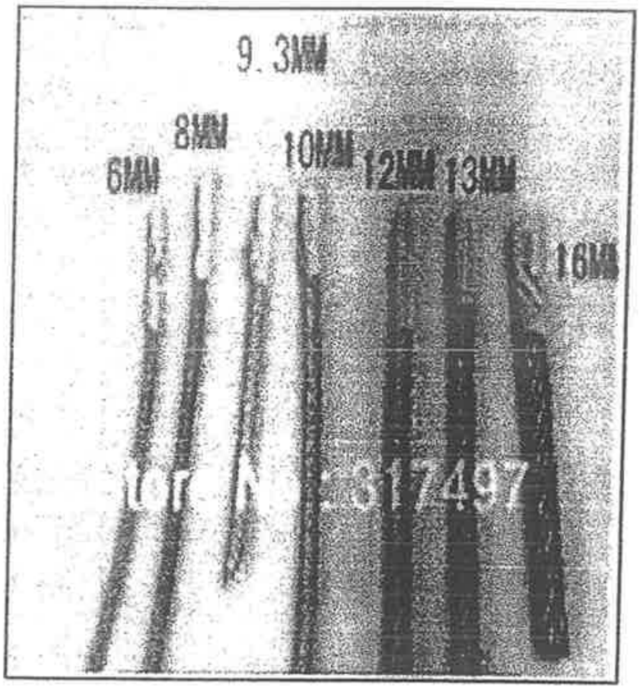


The Space between sensors and the distance of vane are as follows. See figure.

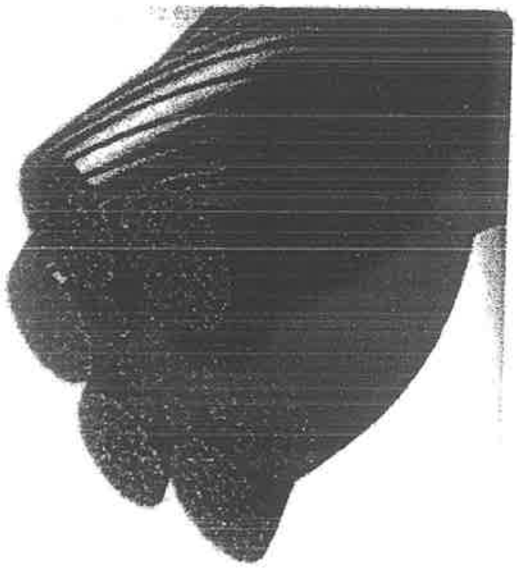


Setting distance between landing vane and sensor unit

ပုံ (၁၂-၇) Door Sensor



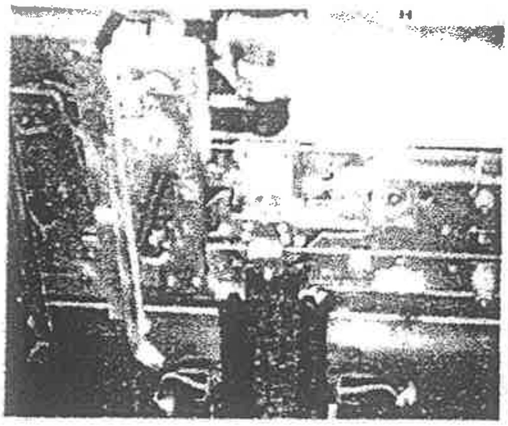
Roping

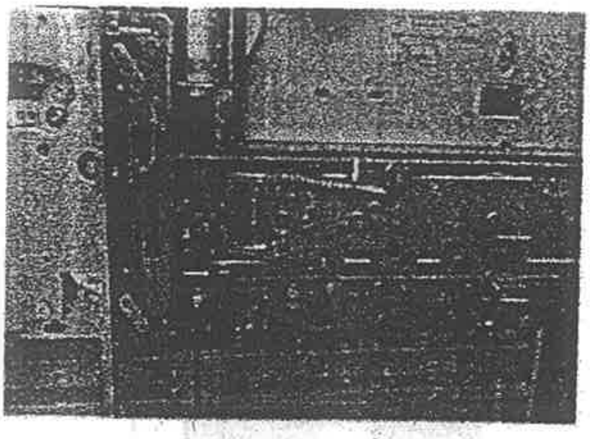


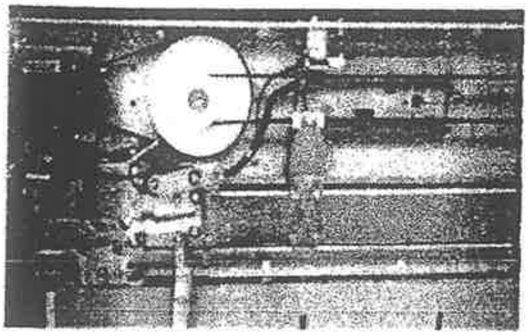
Steel Ropes

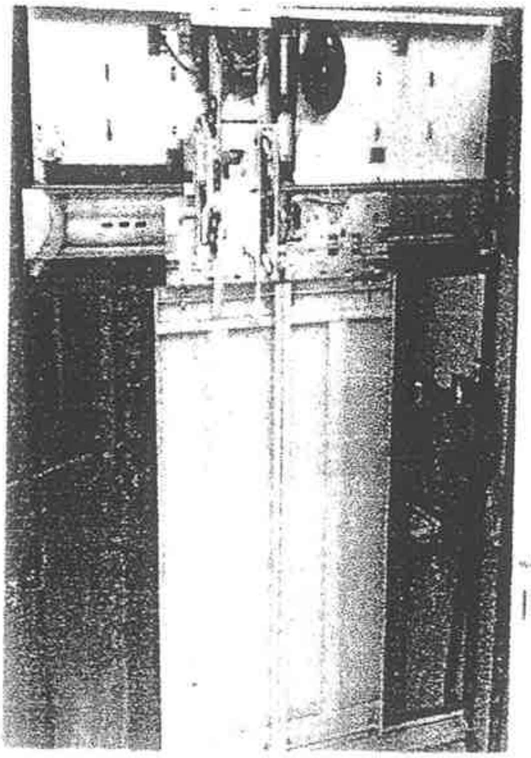
ပုံ (၁၂၈) Steel Ropes

Car Door Lock



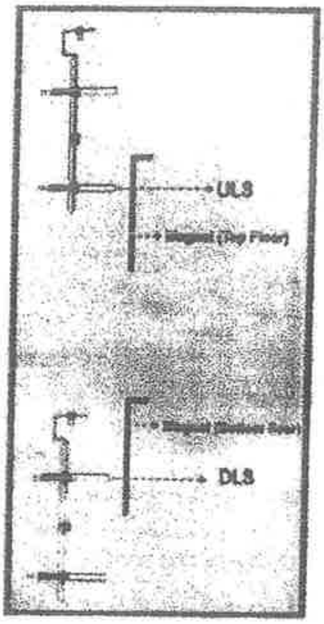




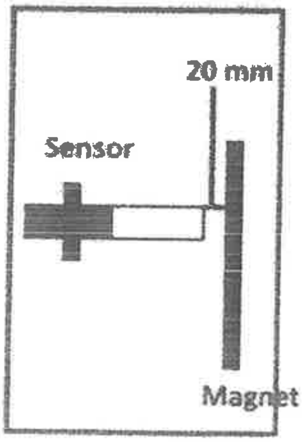


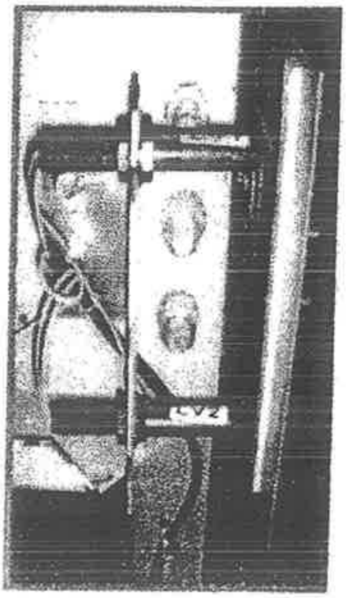
Door Lock

Level Sensors (Position detector) Magnetic Sensor



Magnetic Level Sensors mounted below car sill and **Level vane** mounted at landing sills.



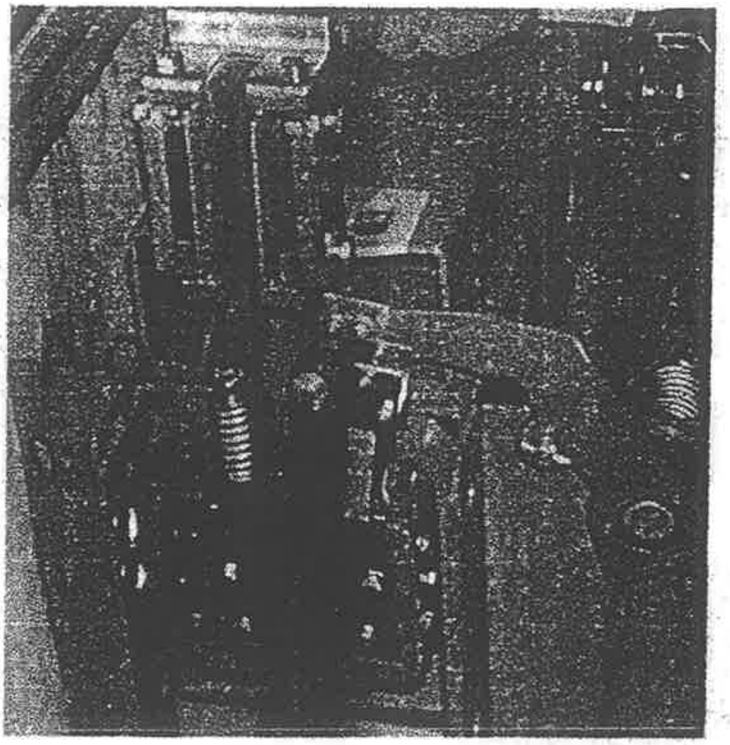


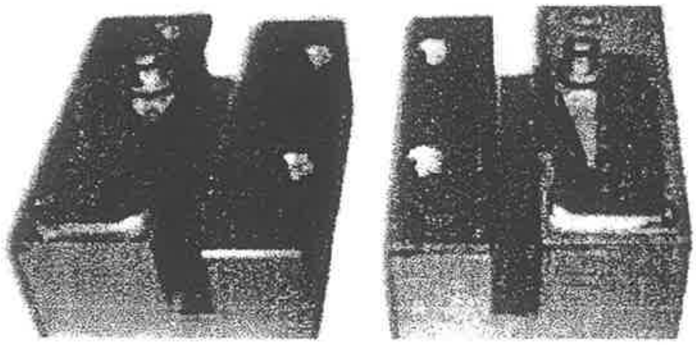
Magnetic Level Sensors mounted at car top near guide rail and Level vane mounted at guide rail..

ပုံ (၁၂-၁၀) Level Sensors

Safety Gear

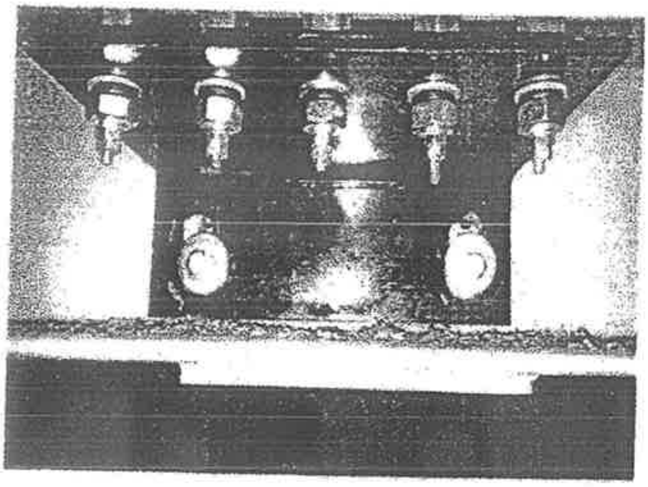
Safety gear acting in downward direction

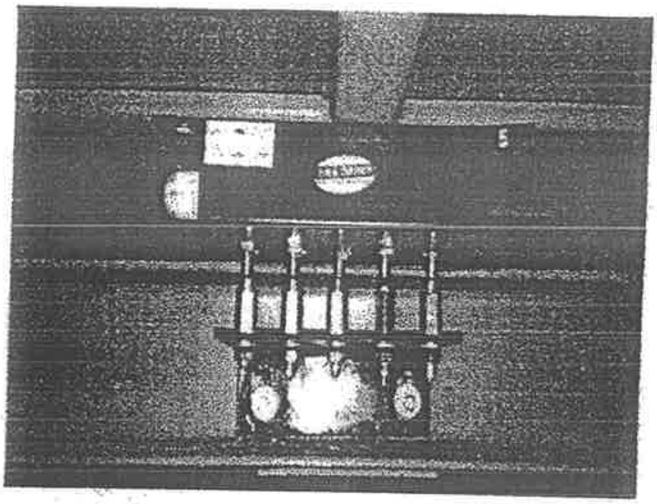


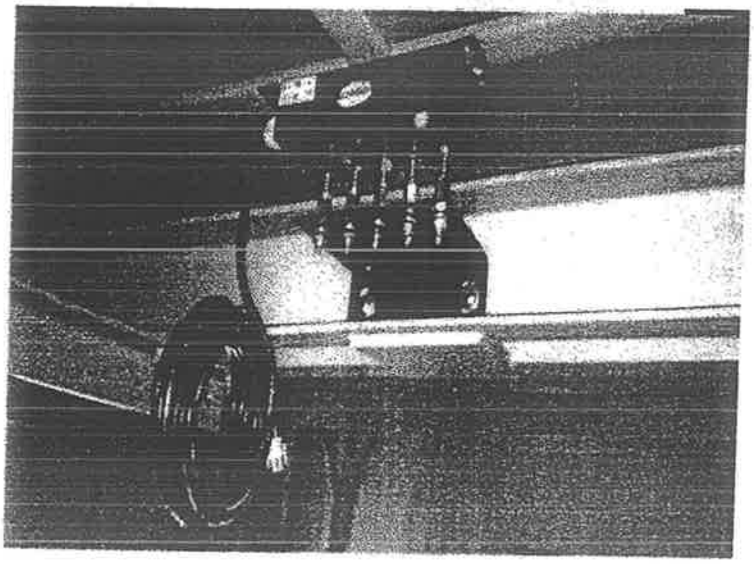


ပုံ (၁၂-၁၁) Safety Gear

Load Weighing device







Discrete load weighing device

ပုံ (၁၂-၁၂) Load Weighing Device

သင်တန်းများတွင် လက်တွေ့ပြသနိုင်ရန်အတွက် တည်ဆောက်ထားသော အထောက်အကူပြုခာတ်လှေကားပုံစံငယ်

ဖန်တီးသူ - ဦးဌေးအောင်
ဒုတိယကြီးကြပ်ရေးမှူး
လျှပ်စစ်စစ်ဆေးရေး
ကချင်ပြည်နယ်၊ စက်မှုကြီးကြပ်ရေး နှင့် စစ်ဆေးရေးဦးစီးဌာန

ဓာတ်လှေကားပုံစံငယ် တည်ဆောက်ပုံ

လက်တွေ့နယ်ပယ်တွင် သုံးစွဲနေသော ဓါတ်လှေကား၏ တည်ဆောက်ထားပုံများ၊ အလုပ်လုပ်ပုံများကို လျှပ်စစ်စစ်ဆေးရေးဌာနအတွင်း သင်တန်းတွင် အထောက်အကူရရှိစေရန် ရည်ရွယ်၍ တည်ဆောက်ထားသော အထောက်အကူပြုပုံစံငယ်ဖြစ်ပါသည်။

ဓာတ်လှေကားတစ်စီးတွင် ပါသင့်သည့် ဘေးအန္တရာယ်ကင်းခလုတ်များ၊ ပစ္စည်းများကို အနီးစပ်ဆုံးတူညီအောင် လက်တွေ့ပြင်ပရှိပစ္စည်းများဖြင့် ပြုလုပ်ပြီး ဓာတ်လှေကားတစ်စီး အလုပ်လုပ်ဆောင်ပုံ၊ မောင်းနှင်ပုံတို့ကို သိရှိစေရန်ဖြစ်ပါသည်။

ဓာတ်လှေကားရှိ အစိတ်အပိုင်းများအတွက် သုံးစွဲထားသော ပစ္စည်းစာရင်းကို ပူးတွဲပါ(က) တွင် ဖော်ပြထားပါသည်။

ဓာတ်လှေကားပုံစံငယ်၏ တည်ဆောက်ထားပုံ ပုံစံအကြမ်းမှာ ပူးတွဲပါ(ခ)အတိုင်း ဖြစ်ပါသည်။

ဓာတ်လှေကားပုံစံငယ် အလုပ်လုပ်ဆောင်မောင်းနှင်မည့် လျှပ်စီးပတ်လမ်းပုံစံမှာ ပူးတွဲပါ (ဂ) အတိုင်း ဖြစ်ပါသည်။

ယနေ့ခေတ်ပေါ် ဓာတ်လှေကားများ၏ အလုပ်လုပ်ပုံ ပိုမိုပြည့်စုံစေရန်အတွက် အီလက်ထရောနစ်ပတ်လမ်းများ၊ Programme များ ရေးသွင်းမှတ်သားထားနိုင်သည့် IC များ၊ PLC များ အသုံးပြု၍ ဓာတ်လှေကားတစ်စီး ပိုမိုဘေးအန္တရာယ်ကင်းရှင်းစေရန်၊ ပိုမိုကောင်းမွန်စွာ အလုပ်လုပ် နိုင်စေရန်၊ သုံးစွဲခိုင်းစေနိုင်ပါသည်။

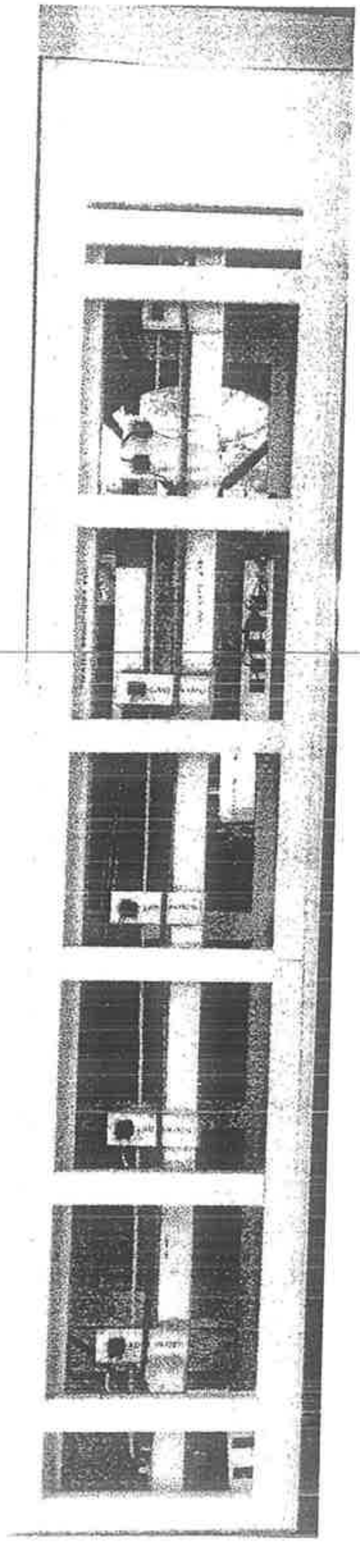
ယခုတည်ဆောက်ထားသော ဓာတ်လှေကားပုံစံငယ်တွင် ဓာတ်လှေကားအိမ်အတွင်းရှိခလုတ်များသည် Safeguard များတွင် သုံးသော Push Button Switch များကို အသုံးပြုထားပါသည်။ Limit Switch အဖြစ်အသုံးပြုထားသော ခလုတ်သည် Normally Open ခလုတ်အား ဖြုတ်၍ Normally Close အဖြစ် ပြောင်းထားသော ခလုတ်ဖြစ်ပါသည်။ Traction Motor အဖြစ်သုံးထားသော မော်တာသည် ကားများတွင် အသုံးပြုသော မှန်ပိုက်ဘာမော်တာကို ယူ၍ တပ်ဆင်ထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ဓါတ်လှေကားအိမ်ရှိ တံခါးမော်တာမှာ 12 V Gear Motor ကိုယူ၍ အသုံးပြုထားပြီး အပတ်ရေမှာ (120 r.p.m) ရှိသည့်အတွက် အပတ်ရေလျှော့ရန် ကလေးကစားစရာအရုပ်များမှ ပင်နီယံကို ယူ၍ အပတ်ရေလျှော့ထားပါသည်။ တံခါးအဖွင့်အပိတ်အတွက် အသုံးပြုသောဘီးများမှာ ဘီရိုအံဆွဲတွင်သုံးသော ပူလီကိုယူ၍ အသုံးပြုထားပြီး ပတ်ကြိုးအဖြစ်သုံးထားသောကြိုးမှာ Printer Motor များတွင်သုံးသော ကြိုးဖြစ်ပါသည်။ Traveling Cable အဖြစ် သုံးထားသောကြိုးမှာ electronic circuit များတွင် အသုံးပြုသော Cable ကြိုးပြားအား ယူ၍ အသုံးပြု

ထားပါသည်။ ဓာတ်လှေကားအိမ်တံခါးများအား ဖိုက်ဘာပြားများကို အသုံးပြု၍ ပြုလုပ် ထားပါသည်။ တံခါးလျှောက်လမ်းအဖြစ် "Trunking" ဘားအနားသားကို အသုံးပြုထားပါသည်။ ဓာတ်လှေကားမောင်းနှင်ရန်အတွက် ရိုးရိုး DC 12 V relay များကို အသုံးပြု၍ တည်ဆောက်ထားပါသည်။ Counterweight အဖြစ်လည်း စကျင်ကျောက်ပြားများကို Counterweight အဖြစ် အသုံးပြုထားပါသည်။

ယခုတည်ဆောက်ထားသော ဓာတ်လှေကားပုံစံငယ်သည် ရိုးရိုး Relay နှင့် ခလုတ်များကို အသုံးပြု၍ Normally Close / Normally Open စနစ်ဖြင့် မောင်းနှင်သော ဓာတ်လှေကားငယ်ဖြစ်ပါသည်။

ဓာတ်လှေကားပုံစံငယ်တွင် သုံးစွဲထားသော ပစ္စည်းများစာရင်း

စဉ်	ဓာတ်လှေကားအစိတ်အပိုင်း	သုံးစွဲထားသောပစ္စည်း
၁	ဓာတ်လှေကားဖရိန်	၁ လက်မ (Trunking)
၂	ဆန့်ကျင်ဘက်အလေး	Trunking ၊ ကျောက်ပြား၊ သစ်သားပြား
၃	ဓာတ်လှေကားအိမ်	ဖိုက်ဘာပြား(3 mm)
၄	ဓာတ်လှေကားတံခါး/ဓာတ်လှေကားအထပ်တံခါး	ဖိုက်ဘာပြား(1.5 mm)
၅	တံခါးလျှောက်လမ်း	အနားပြား(1 in)
၆	ဓာတ်လှေကားတံခါးအဖွင့်/အပိတ်ကြိုး	Printer ကြိုး
၇	ဓာတ်လှေကားတံခါးမော်တာ	၁၂ ဗို့ ဂီယာမော်တာ(၁၀ ဝပ်)
၈	ဓာတ်လှေကားဘီး	ဘီရိုအန်ဆွဲတွင် သုံးသောဘီး
၉	ဓာတ်လှေကားတံခါးမော်တာပင်နီယံ	ကလေးကစားစရာအရုပ်ပင်နီယံ
၁၀	ဓာတ်လှေကားစက်ခန်းမော်တာ	ကားဝိုက်ဘာမော်တာ(၂၅ ဝပ်) (၁၂ ဗို့)
၁၁	ဓာတ်လှေကားအိမ်နှင့် ဆန့်ကျင်ဘက်အလေး လျှောက်လမ်း	ကင်းရှင်းချောင်း(၁ လက်မ)(၀.၅ လက်မ)
၁၂	ထိန်းချုပ်ပစ္စည်း	၁၂ ဗို့ရီလေး
၁၃	ခေါ်/မောင်းခလုတ်	Safe guard တွင်သုံးသော ခလုတ်
၁၄	အချိန်မှတ်ကိရိယာ	၁၂ ဗို့ ဒီစီအချိန်မှတ်ကိရိယာ
၁၅	ဓာတ်လှေကားသုံးဗို့အား	၂၂၀ ဗို့ အေစီမှ ၁၂ ဗို့ ဒီစီသို့ ပြောင်းထားသော Controller ၁၂ ဗို့ဒီ
၁၆	ကားအိမ်တွင် ချိတ်ဆွဲထားသော ဝါယာကြိုး	လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများတွင် အသုံးပြုသော ဝါယာကြိုးပြား
၁၇	Buffer	Spring
၁၈	စတီးကြိုးနှင့် မြန်နှုန်းထိန်းကိရိယာကြိုး	ချည်ကြိုး



ဓာတ်လှေကားပုံစံငယ်

အခန်း(၁၃)
ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်း

လျှပ်ထုတ်စက်မှ ထွက်ပေါ်လာသော လျှပ်စစ်တွန်းအားကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသော လျှပ်စစ်ဓာတ်အားကို သုံးစွဲသူများထံသို့ ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းများနှင့် သွယ်တန်းယူဆောင်လာပြီး နောက်အိမ် သို့မဟုတ် စက်ရုံများအရောက် ပို့ဆောင်ပေးလေသည်။ ထိုသို့ ရောက်ရှိလာသော လျှပ်စစ်ဓာတ်အားသည် လျှပ်စစ်မီတာကို ဖြတ်လျှက် အဆောက်အဦအတွင်းသို့ ရောက်ရှိလာပေသည်။ ထိုအခါ အဆောက်အဦအတွင်းရှိ လျှပ်စစ်မော်တာများသည် မိန်းခလုတ်များမှတစ်ဆင့် ဓာတ်အားရရှိ၍ စက်ရုံကြီးများ လည်ပတ်နိုင်လေသည်။ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားသုံးပစ္စည်းကိရိယာများ၊ မီးလုံး၊ မီးချောင်းများကိုလည်း မီးခေါင်းများ၊ ပလပ်ပေါက်များမှတစ်ဆင့် ဓာတ်အားရရှိသုံးစွဲနိုင်လေသည်။

သို့ဖြစ်ရာ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားကို စနစ်တကျ အသုံးပြုရန်အတွက် အပိုင်းကြီး(၂) ပိုင်း ရှိသည်ကို တွေ့ရ ပေမည်။ ပထမပိုင်းမှာ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်ပေးသော စက်ရုံမှ အိုးအိမ်အဆောက်အဦ၊ စက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံများ ရှေ့ရှိ ဓာတ်တိုင်အရောက် လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ပို့ဆောင်ပေးသော အပိုင်း၏ စနစ်ကျခြင်းနှင့် ဒုတိယပိုင်းမှာ ထိုဓာတ်တိုင်မှနေ၍ အိုးအိမ်အဆောက်အဦ၊ စက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံများ အတွင်းသို့ ဓာတ်အားသွယ်ယူလာပြီးလျှင် လျှပ်စစ်ဓာတ်အားသုံးပစ္စည်းများဖြစ်ကြသော မီးသီး၊ မီးချောင်းမှအစ မော်တာ၊ ရေခဲသေတ္တာ၊ ရေစုပ်စက်အဆုံး လျှပ်စစ်ဓာတ်အားကို အသုံးပြုရာ၌ စနစ်ကျခြင်းဟူ၍ ခွဲခြားရပေမည်။

လျှပ်စစ်ဓာတ်အားပို့ဆောင်ဖြန့်ဖြူးခြင်း

လျှပ်ထုတ်စက်ကြီး/ငယ်များမှ ထုတ်လုပ်ပေးသော လျှပ်စစ်ဓာတ်အားကို သုံးစွဲသူများ၏ နေအိမ်၊ စက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံများအရောက် ပို့ဆောင်ရာ၌ အန္တရာယ်ကင်းဆေးစေရေး၊ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားပြတ်တောက်မှု နည်းပါးစေရေး၊ သတ်မှတ်ထားသော လျှပ်စစ်ဖိအား အပြည့်အဝရရှိရေးနှင့် ကုန်ကျစရိတ်နည်းပါးစေရေးတို့ကို အထူးဂရုပြုရပေသည်။ ထို့ကြောင့် ဓာတ်ကြိုးများကို လူများ၊ တိရစ္ဆာန်များ၊ ယာဉ်ရထားများနှင့် ကင်းလွတ်စေရန် မြင့်မားသောဓာတ်တိုင်များ စိုက်ထူပြီး သွယ်တန်းခြင်း နှင့် မြေအောက်တွင် မြှပ်နှံ၍ သွယ်တန်းခြင်းဟူ၍ ဆောင်ရွက်ရသည့် ဓာတ်အားလိုင်း အမျိုးအစား(၂)မျိုး ရှိပေသည်။

ဓာတ်အားလိုင်းအမျိုးအစား

ဓာတ်အားလိုင်းဆိုသည်မှာ ဓာတ်အားထုတ်လုပ်ရေးဌာန (Generation Section) မှ ဓာတ်အား သုံးစွဲသူ (Consumer) များထံသို့ ဓာတ်အားသယ်ပို့ ၊ ဖြန့်ဖြူးရာတွင် အသုံးပြုရသော ကြားခံပစ္စည်း ဖြစ်ပါသည်။ ဓာတ်အားလိုင်း အမျိုးအစားမှာ(၂)မျိုးရှိသည်-

(က) ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်း(Over Head Transmission Line)

(ခ) မြေအောက်ဓာတ်အားလိုင်း(Under Ground Transmission Line)

ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်း	မြေအောက်ဓာတ်အားလိုင်း
တည်ဆောက်စရိတ်သက်သာ	တည်ဆောက်စရိတ်ကြီးမား
ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းရန်လွယ်ကူ	ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းရန်မလွယ်ကူ
ပတ်ဝန်းကျင်ကို အနှောင့်အယှက်ဖြစ်စေသည်	ပတ်ဝန်းကျင်ကို အနှောင့်အယှက်မဖြစ်

ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်း

လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ပို့လွှတ်ခြင်းနှင့် ဖြန့်ဖြူးခြင်းအပိုင်း၌ ကောင်းကင် ဓာတ်အားလိုင်းများသည် အဓိကအခန်းကဏ္ဍမှာ ပါဝင်ပါသည်။ ဗို့အားစနစ်အမျိုးမျိုးကို လိုက်၍ ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းများကို Tower တိုင်၊ Concrete တိုင်၊ သံတိုင်၊ သစ်သားတိုင်များဖြင့် တစ်တိုင်စင်၊ နှစ်တိုင်စင်စနစ် စသည်ဖြင့် ဓာတ်အားလိုင်းအရွယ်အစား၊ ပမာဏ အလိုက် တွက်ချက်တည်ဆောက်ကြပါသည်။

ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းတည်ဆောက်ခြင်း

ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းတစ်ခု တည်ဆောက်မည်ဆိုလျှင် အများပြည်သူများနှင့် တိရစ္ဆာန်တို့၏ အသက်စည်းစိမ်ဥစ္စာတို့ ပျက်စီးထိခိုက်မှုမှ ကင်းဝေးစေရန်နှင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ပြတ်တောက်မှုနည်းပါးစေရန် ဂရုစိုက်ပြီး ပုံစံထုတ်လုပ် တည်ဆောက်ရန် လိုအပ်ပေသည်။

အပိုင်း(က)

ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းတည်ဆောက်ရေး

ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်း တည်ဆောက်ရာ၌ သတိပြုရမည့် အချက်အလက်များနှင့် ဆောင်ရွက်ရမည့် အချက်အလက်မှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်ပါသည်-

(၁) ဓာတ်အားသုံးမည့်သူ စာရင်းများ ကောက်ရမည်။ စီးပွားရေးအခြေအနေ၊ ဝင်ငွေ၊ ထွက်ငွေနှင့် အကျိုးသက်ရောက်မှုများ တက်ရမည်။

(၂) ဓာတ်အားတည်ဆောက်မည့် ပုံကြမ်းကို ရေးဆွဲလျှက် မည်သည့်နေရာတွင် အစသတ်မည့်တိုင်၊ ဒေါင့်တိုင်၊ ကြိုးဖြတ်မည့်တိုင်နှင့် ဓာတ်ကြိုးအရွယ်အစားစသည်တို့ကို ဖော်ပြရပါမည်။

(၃) တည်ဆောက်မည့်နေရာ၏ ပထဝီအနေအထားကို လေ့လာရမည်။

(၄) ခွင့်ပြုမိန့်များ ပြုစုတင်ပြရမည်။ လုပ်ငန်းခွင့်ပြုပြီး အမိန့်ရပြီးနောက် အသေးစိတ် တိုင်းတာခြင်း၊ တွင်းတူးမည့် တွင်းအနေအထား၊ ပန္နက်ရိုက်ခြင်းကို ဆက်လက် ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၅) ပစ္စည်းများကို စနစ်တကျ စုဆောင်းရမည်။

(၆) သစ်ပင်သစ်ကိုင်း ရှင်းလင်းပြီးလျှင် တိုင်စိုက်တွင်းကို သတ်မှတ်သည့်တိုင်၏ အလျား၏ ၁/၆ အနက်ရအောင်တူးပြီး တွင်းအနီး တိုင်များရောက်အောင် ပို့ပေးရမည်။

(၇) တိုင်များကို စိုက်ထူရပါမည်။ တိုင်သေးပါက လူအား ဝါးခွအားဖြင့် ထူနိုင်သော်လည်း တိုင်လျှော့ပြီး လေးလံပါက ဝန်ချီစက်အသီးသီး စသည်တို့ကို အသုံးပြုရမည်။

(၈) တိုင်ကို မြေဖို့ပြီး တည့်မတ်အောင် ချိန်ထားရမည်။ ဆိုင်းကြိုးတပ်ရမည့်နေရာတွင် ကြိုးများတပ်ဆင်ရမည်။

(၉) ကြိုးဖြန့်ရမည်။

(၁၀) ကြိုးဝိတ်ချိန်ပြီး ကြိုးတင်းရမည်။

(၁၁) တိုင်ပေါ်သို့ ကြိုးတင်ရမည်။

(၁၂) ကြိုးစသတ်ပြီး ကြိုးများကို ထုတ်ရမည်။ ဆေးသုတ်ရမည့် အစိတ်အပိုင်းများ ဆေးသုတ် ရပါမည်။

(၁၃) ဓာတ်ကြိုး၏ လျှပ်တားခုခံမှုကို စမ်းသပ်ရမည်။ ဗို့ (၁၀၀၀) လျှင် (၁) မဂ္ဂါအုမ်းထားပြီး စမ်းသပ်ရမည်။ ကောင်းကင်ကြိုး၏ မြေဓာတ်ခုခံမှုကို စမ်းသပ်ရမည်။

(၁၄) ဗို့အားမြင့် ဓာတ်အားလိုင်းဖြစ်ပါက အန္တရာယ်ကာကွယ်ရေး ဆိုင်းဘုတ်များနှင့် တိုင်ပေါ် မတက်နိုင်ရန် သွပ်ဆူးကြိုးများ၊ သံချွန်များ တပ်ရမည်။

(၁၅) ဓာတ်အားလွှတ် ခွင့်ပြုမိန့်တောင်းပြီး အမိန့်ရပါက ဓာတ်အား စမ်းသပ်ပြီးလွှတ်နိုင် သည်။

(၁၆) လုပ်ငန်းပြီးစီးကြောင်း အသေးစိတ် အစီရင်ခံစာ ပေးပို့ရမည်။

လျှပ်စစ်ဓာတ်အားပေးရေးလုပ်ငန်း

လျှပ်စစ်ဓာတ်အားပေးရေးလုပ်ငန်းတွင် အဓိကအားဖြင့် ထုတ်လုပ်ခြင်း (Generation) ၊ သယ်ပို့ခြင်း (Transmission) နှင့် ဖြန့်ဖြူးခြင်း (Distribution) စသည့် အပိုင်းကဏ္ဍကြီး (၃) ရပ်ရှိပါ သည်။ ထိုသို့ ကဏ္ဍကြီး (၃) ရပ်ရှိသည့်အနက် အထူးသဖြင့် သယ်ပို့ခြင်းနှင့် ဖြန့်ဖြူးခြင်းကဏ္ဍဆိုင်ရာ လုပ်ငန်းများကို ထိရောက်အောင်မြင်စွာ ဆောင်ရွက်နိုင်ရေးအတွက် အထူးအရေးကြီးသော လုပ်ငန်း တစ်ရပ်အနေဖြင့် တည်ရှိပါသည်။

ယခုအခါတွင် ကမ္ဘာနှင့်အဝှန်း ဓာတ်အားထုတ်လုပ်ခြင်းနှင့် သယ်ပို့ခြင်းလုပ်ငန်းမှာ တနေ့ တခြား ကြီးထွားကျယ်ပြန့်လာသည်နှင့်အမျှ ဓာတ်အားမှန်ကန်စွာ ရရှိစေနိုင်ရေးအတွက် ဓာတ်အားပေး စက်ရုံကြီးများအား တစ်ခုနှင့်တစ်ခု အပြန်အလှန် ဆက်သွယ်မှုများ ပြုလုပ်၍ ဓာတ်အားပေးရေးကို

ဆောင်ရွက်လျက်ရှိလာ ကြပါသည်။ မြန်မာပြည်တွင် ယခင်က သီးခြားဓာတ်အားပေးစက်ရုံနှင့် တစ်မြို့ချင်းအတွက်သာ ဓာတ်အားထုတ်လုပ်၍ ဓာတ်အား ဖြန့်ဖြူးပေးခဲ့သော်လည်း၊ ယခုအခါတွင် ဓာတ်အားပေးစက်ရုံကြီးများ၊ သဘာဝဓာတ်ငွေ့စက်ရုံများ၊ ရေအားလျှပ်စစ်စက်ရုံကြီးများ တည်ဆောက်လျက်အပြန်အလှန် ဓာတ်အားသယ်ပို့ပြီး ဓာတ်အားလိုင်းများကို မိုင်ပေါင်းများစွာ ဆက်သွယ်၍ ဓာတ်အားဖြန့်ဖြူးလျက်ရှိလာခဲ့ပါသည်။

ထိုသို့ သယ်ပို့ခြင်းလုပ်ငန်းများဆိုင်ရာ ဓာတ်အားလိုင်းများတွင် (၁) အနိမ့်စားဗို့အား (၂) အလတ်စားဗို့အား (၃) ဗို့အားမြင့်များဖြင့် စက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံများ၏ လုပ်ငန်းခွင်သို့လည်းကောင်း၊ မီးသုံးသူများ၏ နေအိမ်များသို့လည်းကောင်း၊ အဆင့်ဆင့် သယ်ယူပို့ဆောင် ဖြန့်ဖြူးနေသော လျှပ်စစ်ဓာတ်အား၏ ဗို့အမျိုးအစားများကို ခွဲခြား၍ သိရှိနားလည်ထားရန် လိုအပ်ပါသည်။

(က) **ဗို့အားမြင့်ဓာတ်အားပို့လွှတ်ရေးလိုင်း (High Voltage Transmission Line)**

- ၅၀၀ ကေဗွီ(၅၀၀၀၀၀ ဗို့) (တည်ဆောက်ဆဲ)
- ၂၃၀ ကေဗွီ (၂၃၀၀၀၀ ဗို့)
- ၁၃၂ ကေဗွီ (၁၃၂၀၀၀ ဗို့)
- ၆၆ ကေဗွီ (၆၆၀၀၀ ဗို့)

(ခ) **ဗို့အားမြင့်ဓာတ်အားဖြန့်ဖြူးရေးလိုင်း(High Voltage Distribution Line)**

- ၃၃ ကေဗွီ(၃၃၀၀၀ ဗို့)
- ၁၁ ကေဗွီ(၁၁၀၀၀ ဗို့)
- ၆.၆ ကေဗွီ (၆၆၀၀ ဗို့)
- ၃.၃ ကေဗွီ(၃၃၀၀ ဗို့)

(ဂ) **ဗို့အားနိမ့်ဖြန့်ဖြူးရေးလိုင်း (Low Voltage Distribution Line)**

- ၄၀၀/၂၃၀ ဗို့

လျှပ်စစ်ဓာတ်အားဖြန့်ဖြူးခြင်းလုပ်ငန်း

လောပိတရေအားလျှပ်စစ် ဓာတ်အားပေးစက်ရုံမှ ဓာတ်အားကို တစ်လုံးတစ်ခဲတည်း သယ်ပို့ခြင်း အတွက်

(၁) ၂၃၀၀၀၀ ဗို့ - ၂၃၀ ကေဗွီကိုလည်းကောင်း

(၂) ၁၃၂၀၀၀ ဗို့ - ၁၃၂ ကေဗွီကိုလည်းကောင်း

(၃) ၆၆၀၀၀ ဗို့ - ၆၆ ကေဗွီလိုင်းများကိုလည်းကောင်း သုံးလျက်ရှိပါသည်။

အထက်မြန်မာပြည်တွင် (၁၃၂)ကေဗွီဖြင့်သာစည်မြို့သို့လည်းကောင်း၊ အောက်မြန်မာပြည်တွင် (၂၃၀) ကေဗွီဖြင့် တောင်ငူမြို့သို့လည်းကောင်းပေးပို့ပြီး ရန်ကုန်မြို့သို့ (၂၃၀)ကေဗွီဖြင့် ပေးပို့ပါသည်။

ဓာတ်အားဖြန့်ဖြူးခြင်းအတွက် -

(၁) ၃၃၀၀၀ ဗို့ - ၃၃ ကေဗွီ

(၂) ၁၁၀၀၀ ဗို့ - ၁၁ ကေဗွီ

(၃) ၆၆၀၀ ဗို့ - ၆.၆ ကေဗွီ

(၄) ၃၃၀၀ ဗို့ - ၃.၃ ကေဗွီ

(၅) ၄၀၀ ဗို့ - ၀.၄ ကေဗွီ

ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းတည်ဆောက်ခြင်း

ဓာတ်တိုင်များ (၁) သစ်သားတိုင်များ (က) လုံးချောတိုင် (ခ) ခွဲသားတိုင်

(၂) သံမဏိတိုင်များ

(၃) သံမဏိကွန်ကရီတိုင်များ

အသုံးပြုသော ဓာတ်တိုင်အမျိုးအစားများ

(၁) သစ်သားတိုင်များ (က) လုံးချောတိုင် (ခ) ခွဲသားတိုင်။

မြန်မာပြည်၌ အသုံးပြုရန် ခွင့်ပြုထားသော သစ်သားတိုင်များမှာ ကျွန်နှင့် သစ်မာသားများဖြစ်ကြသော ပျဉ်းကတိုး၊ အင်ကြင်း စသည်တို့ကို ထိပ်ဖျားအချင်း (၆) လက်မ၊ အောက်ခြေအချင်း (၈) လက်မ ထက်မနည်း စေဘဲ အရှည် (၂၈) ပေအထက် အဆက်မပါသော တိုင်များဖြစ်ကြသည်။

၎င်းတိုင်များကို ကြားတိုင်အဖြစ် အသုံးပြုသင့်ပြီး ဒေါင့်ချိုးနှင့် အဆုံးတိုင်များအတွက်မူ ထိပ်ဖျားအချင်း (၈)လက်မနှင့် အောက်ခြေအချင်း (၁၀) လက်မထက် မငယ်သော သစ်သားတိုင်များကိုသာ အသုံးပြု သင့်သည်။

(၂) သံမဏိတိုင်များ

သံတိုင်များကို အချင်း (၄) လက်မ၊ (၅) လက်မ၊ (၆) လက်မ သုံးဆင့် ကျုံ့ပလာ (Tubular) တိုင်များကို ကြားတိုင်အဖြစ်သာ အသုံးပြုသင့်ပြီး ဒေါင့်ချိုးလိုင်းဖြတ်တိုင်၊ လိုင်းဆုံးတိုင်များ အတွက်မူ အချင်း (၅) လက်မ နှင့် အထက်တိုင်များကိုသာ သုံးသင့်သည်။

(၃) သံမဏိကွန်ကရီတိုင်များ

သံမဏိကွန်ကရီတိုင် ထိပ်ဝ (၈) မြောင့်ပုံ၊ အချင်း(၈) လက်မနှင့် အောက်ခြေ (၁၀) လက်မ x (၁၀) လက်မရှိ (၂၇) ပေ နှင့် (၃၀) ပေ တိုင်များကို အသုံးပြုသည်။

ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းတည်ဆောက်ခြင်း

ကောင်းကင်ကြိုးများ၊ ဓာတ်တိုင်များ တည်ဆောက်ရာနှင့် ထိန်းသိမ်းရာတွင် အောက်ဖော်ပြပါ ဘေးကင်းကိန်း (Safety Factor) များအရ ဆောင်ရွက်ရမည်-

(၁) ကောင်းကင်ဓာတ်ကြိုး - ၂.၀

(၂) တိုင်ထိန်းကြိုး၊ ပုခက်ကြိုး - ၂.၅

(၃) သံဓာတ်တိုင် - ၂.၀

(၄) ကွန်ကရီတိုင် - ၂.၅

(၅) သစ်သားတိုင် - ၃.၅

ကောင်းကင်ဓာတ်ကြိုးကို အနည်းဆုံးစံချိန်ဂိတ် (၁၀) (No. 10. S.W.G) ကြေးနီကြိုးမှာ (Hard Drawn Copper) သို့မဟုတ် ပြတ်အား (Breaking Load) ပေါင် (၇၀၀) အထက်ရှိ ကြိုးများကိုသာ အသုံးပြုရမည်။

မြေမှဗို့ (၂၃၀) ရှိ ကောင်းကင်ဓာတ်ကြိုးများသည် အောက်ပါကွာဝေးချက်များရှိရမည်-

(၁)	လမ်းများပေါ်သို့ ဖြတ်ကျော်ခဲ့သော် မြေမှအမြင့်	၁၉ ပေ
(၂)	လမ်းများနှင့် ယှဉ်၍ သွားခဲ့သော် မြေမှအမြင့်	၁၈ ပေ
(၃)	ယာဉ်များသွားလာသော လမ်းများ မဟုတ်ခဲ့သော် မြေမှအမြင့်	၁၅ ပေ
(၄)	အမြင့်ဆုံးအဆောက်အဦးပိုင်း၏ အထက်အမြင့်ဆုံး နေရာမှ အမြင့်	၈ ပေ
(၅)	အဆောက်အဦးအစွန်းဆုံး၏ ဘေးတိုက်အကွာဝေး	၄ ပေ
(၆)	မီးရထားလမ်းများကို ဖြတ်ကျော်သော မီးရထားသံ လမ်းမှ (ပုခက်ကြိုးအနိမ့်ဆုံးနေရာသို့) အမြင့်	၂၄ ပေ

ကြေးနန်းကြိုးများအပေါ် ဖြတ်ကျော်ခဲ့သော် ပုခက်များခိုင်ရမည်။ ယင်းပုခက်များသည် ကောင်းကင်ကြိုးပြတ်ကျခဲ့သော် ထိရောက်စွာ ကာကွယ်နိုင်ရမည်။ ထိုပုခက်ပြုလုပ်သည့် ကြိုးများ၏ ပြတ်အားမှာ အနည်းဆုံးပေါင် (၁၅၀၀) ရှိရမည်။ မြေဓာတ်ကောင်းစွာချမထားသည့် တိုင်ထိန်းကြိုးများ၌ မြေမှ (၁၀) ပေအထက်တွင် ကြွေသီးခံရမည်။

ဓာတ်အားရှိ ကောင်းကင်ကြိုးများနှင့် အခြားလျှပ်စစ်ကိရိယာများကို လုပ်ကိုင်ခြင်း

မြေမှဗို့ (၂၃၀) ထက်ကျော်လွန်သည့် ဓာတ်အားရှိ ဓာတ်အားလိုင်းကြိုးများနှင့် လျှပ်စစ်ကိရိယာ စသည်များ၏ အနီးအနားတွင် ကိုင်တွယ်၍ ပြုပြင်ခြင်း၊ တပ်ဆင်ခြင်းများ မပြုလုပ်ရ။ အကယ်၍ ထိုလျှပ်စစ် ဓာတ်ကြိုးကိရိယာများ၏ အနီးအနားတွင် လုပ်ငန်းများကို လုပ်ကိုင်ဆောင်ရွက်ရန်ကိစ္စများ ပေါ်ပေါက်ခဲ့လျှင် သက်ဆိုင်ရာ တာဝန်ပေးအပ်ထားသော ဝန်ထမ်းက မည်သည့်လျှပ်စစ်ကိရိယာ လျှပ်စစ်ကြိုးများသည် အန္တရာယ် ရှိနိုင်သည် စသည်များကို တိတိကျကျ ညွှန်ပြပြီးမှသာလျှင် လုပ်သားကြီးများအား ထိုလျှပ်စစ်ဓာတ်ကြိုးကိရိယာ များ၏ အနီးအနားရှိ လုပ်ငန်းကို ခိုင်းစေရမည်။

ယင်းတို့ခိုင်းစေရာတွင်လည်း ၎င်းလုပ်သားကြီးများ၏ လုပ်ငန်းကို သက်ဆိုင်ရာ တာဝန်ပေးထား သော ဝန်ထမ်းက ကြပ်မတ်စွာ ထိန်းသိမ်းကြည့်ရှုရမည်။

ယင်းသို့သော ကိရိယာများအနီးတွင် လုပ်ကိုင်ရသော လုပ်သားကြီးများကလည်း မိမိတို့၏ လုပ်ငန်းကို အစီအစဉ်ချ၍ သတိကြီးစွာဖြင့် မိမိတို့၏ ကိုယ်ကာယလှုပ်ရှားမှု ဟူသမျှကို ဂရုပြု၍ အန္တရာယ်မရှိစေရန် သတိဖြင့် ပြုမူဆောင်ရွက်ရမည်။

အန္တရာယ်ကင်းလွတ်နိုင်သည့် အကွာအဝေးနှင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်ပိတ်ခြင်း၊ မြေဓာတ်ချခြင်း စသည့် ကိစ္စများ

လျှပ်စစ်ဓာတ်အားရှိ ဓာတ်ကြိုးကိရိယာများနှင့် ပတ်သက်၍ အန္တရာယ်ကင်းဝေးနိုင်သည့် အကွာအဝေးကို သတ်မှတ်ရာတွင် အချို့ လျှပ်ထုတ်စက်ရုံ ဓာတ်အားခွဲရုံနှင့် စက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံများတွင် လျှပ်စစ်ကိရိယာအချို့ ပျက်စီးသွားခဲ့သော် ထိုပျက်စီးသွားသော ကိရိယာကို ပတ်ဝန်းကျင်ရှိ ကိရိယာများ၏ ဓာတ်အားကို ပိတ်နိုင်ခြင်းမရှိဘဲ ပြုပြင်ရမည့်ကိစ္စများတွင် သက်ဆိုင်ရာ တာဝန်ပေးအပ်ထားသော ဝန်ထမ်းက ထိုနေရာဒေသတွင် အလုပ်လုပ်ကိုင်နိုင်ခွင့်ရှိသူ ဖြစ်စေရမည်။

ယေဘုယျအားဖြင့် အောက်ဖော်ပြပါ အကွာအဝေးကို အလုပ်ကြီးကြပ်သူ သို့မဟုတ် သက်ဆိုင်ရာ တာဝန်ပေးအပ်ထားသော ဝန်ထမ်းက လုပ်သားကြီးများ၏ ကိုယ်ကာယ သို့မဟုတ် အဝတ်အစား တန်ဆာပလာ များနှင့် လွတ်ကင်းမှသာလျှင် လုပ်ငန်းကို ဆောင်ရွက်စေရမည်။

<u>ကိရိယာ သို့မဟုတ် ဓာတ်ကြိုးများရှိ ဗို့အား</u>	<u>အနည်းဆုံးအန္တရာယ်ကင်းဝေးရာ အကွာအဝေး (ပေ)</u>
၂၃၀၀၀၀	၉
၁၃၂၀၀၀	၆
၆၆၀၀၀	၃
၃၃၀၀၀	၃
၁၁၀၀၀ မှ ၃၃၀၀ ထိ	၁

မည်သည့် လုပ်သားကြီးများမဆို သက်ဆိုင်ရာ တာဝန်ပေးအပ်ထားသော ဝန်ထမ်း သို့မဟုတ် အင်ဂျင်နီယာထံမှ ဓာတ်အားပိတ်ထားပြီးဖြစ်ကြောင်း သို့မဟုတ် လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ရာတွင် အန္တရာယ်မရှိကြောင်း အကြောင်းကြားစာ မရှိလျှင် အဆိုပါဓာတ်ကြိုး ကိရိယာများပေါ်တွင် လုပ်ငန်းကို မဆောင်ရွက်ရ။

အကယ်၍ လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ရမည့်နေရာ သို့မဟုတ် ယင်းလုပ်ငန်းသို့ တစ်နေရာတည်းမှာထက် ပိုမို၍ ဓာတ်အားလွှတ်နိုင်ခဲ့ပါလျှင် ဓာတ်အားလွှတ်နိုင်သည့် နေရာအားလုံးမှ ဓာတ်အားပိတ်ပြီးကြောင်းအကြောင်းကြားစာကို လုပ်ငန်းမစတင်မီ ကြိုတင်၍ ရယူရမည်။

လုပ်ငန်းကြီးကြပ်သူ သို့မဟုတ် တာဝန်ပေးအပ်ထားသော ဝန်ထမ်း သို့မဟုတ် အင်ဂျင်နီယာသည် လုပ်သားကြီးများကို လျှပ်စစ်ဓာတ်ကြိုးကိရိယာများအပေါ်သို့ တက်ရောက်၍ လုပ်ငန်းကို မဆောင်ရွက်မီ အဆိုပါဓာတ်ကြိုးကိရိယာများ သက်ဆိုင်ရာများက ဓာတ်အားများဖြတ်ပြီးလျှင် မြေဓာတ်ချပြီးကြောင်း စစ်ဆေး ကြည့်ရှုရမည်။

လျှပ်စစ်ကောင်းကင်ကြိုး ကိရိယာများ တည်ဆောက်ရာတွင် လိုက်နာရမည့် အချက်များ

၁။ ယာဉ်များ သွားလာရာလမ်းများကို ဖြတ်ကျော်၍သော်လည်းကောင်း၊ လမ်းပတ်ဝန်းကျင်တွင်လည်းကောင်း၊ ဓာတ်တိုင်များ၊ ကောင်းကင်ကြိုးများစိုက်ခြင်း၊ ဆွဲခြင်းများ ပြုလုပ်ခဲ့သော လုပ်သားတစ်ဦးသည် အန္တရာယ်ကင်းဝေးရာမှနေ၍ အလံနီဖြင့် ခရီးသွားယာဉ်များကို ထိန်းပေးရမည်။

၂။ ယင်းသို့ ဓာတ်တိုင်များ၊ ကောင်းကင်ကြိုးများ တည်ဆောက်ရာတွင် အခြားကောင်းကင်ကြိုးများနှင့် လွတ်ကင်းအောင် ဆောင်ရွက်ရမည်။ အကယ်၍ မလွတ်ကင်းခဲ့သော် အဆိုပါ ကောင်းကင်ကြိုးများမှ ဓာတ်အားကိုပိတ်ပြီး မြေဓာတ်ချထားရမည်။

၃။ တည်ဆောက်မှုလုပ်ငန်းတွင် ဝန်ချီစက်များ၊ အခြားစက်ကိရိယာများကို အသုံးပြုခဲ့သော် အဆိုပါ ဝန်ချီစက်များ၊ စက်ကိရိယာများကို တာဝန်အပ်နှင်းခြင်းခံရသူ လုပ်သားများသာ မောင်းနှင်ရမည်။

၄။ ဝန်ချီစက်များ မောင်းနှင်သူကို အသိမပေးဘဲ မည်သည့်လုပ်သားမဆို ဝန်ချီစက်များ၏ အပေါ်တွင် တက်ရောက်ခြင်း မပြုရ။ လုပ်သားကြီးများသည် ဝန်ချီစက်နှင့် ဘေးကင်းရာအရပ်တွင် နေရမည်။

၅။ ဝန်ချီစက်မောင်းနေစဉ် မည်သည့်လုပ်သားကြီးများမဆို အဆိုပါဝန်ချီစက်၏ လျှပ်စစ်ပတ်လမ်းကြောင်း (Electrical Circuit) များကို ပြုပြင်ခြင်း၊ ကိုင်တွယ်ခြင်း၊ စမ်းသပ်ခြင်း မပြုလုပ်ရ။

ဓာတ်အားရှိ ဓာတ်ကြိုးနှင့် ဓာတ်အားရှိ ကိရိယာများကို ကိုင်တွယ်ပြုလုပ်နည်း

အကယ်၍ လျှပ်စစ်လုပ်သားကြီးများသည် မြေမှ ဗို့(၂၅၀) ထက် မပိုသော ဓာတ်အားရှိ ဓာတ်ကြိုး၊ ကိရိယာများကို ကိုင်တွယ်၍ လုပ်ငန်းကိုဆောင်ရွက်ရာတွင်လည်းကောင်း၊ ဓာတ်အားရှိ တိုင်များပေါ်တွင် အခြားကြိုးသွယ်တန်းမှု၊ ဆက်သွယ်မှုများ ပြုလုပ်ရလျှင်သော်လည်းကောင်း၊ သို့မဟုတ် အခြားအသုံးမပြုသည့် ဓာတ်ကြိုးကိရိယာများကို ဖြုတ်ရာတွင်သော်လည်းကောင်း၊ ကြက်ပေါင် လက်အိတ်ကို အသုံးပြုရမည်။

ယင်းဓာတ်အားရှိ တိုင်များပေါ်တွင် ဓာတ်ကြိုးအသစ် တပ်ဆင်ရာတွင်သော်လည်းကောင်း၊ ကြိုးဟောင်းကို ဖြုတ်ယူရာတွင် သော်လည်းကောင်း၊ ထိုဖြုတ်ရန် တပ်ရန်ရှိသော ကြိုးအစဘက်ကို မြေဓာတ် ချထားရမည်။

မှတ်ချက်။ ။(က) တာဝန်အပ်နှင်းခြင်းခံရသော အင်ဂျင်နီယာ၊ အင်ဂျင်နီယာချုပ်၊ ဌာနဆိုင်ရာ အကြီး အကဲများ၏ အထူးခွင့်ပြုချက်ရရှိထားသော လုပ်သားကြီးများ သို့မဟုတ် အထူး လေ့ကျင့်ထားပြီး၊ ၎င်းတို့၏ စွမ်းရည်ကို သက်ဆိုင်ရာမှ ကျေနပ်မှုရှိကြောင်း အထောက်အထားရရှိထားသော လုပ်သားကြီးများမှတပါး

အခြားမည်သည့် လုပ်သားကြီးများမဆို မြေမှ မို (၂၃၀) ထက်မြင့်သော လျှပ်စစ်ဓာတ်ကြိုး ကိရိယာများ၏ အပေါ်တွင် တက်ရောက်လုပ်ကိုင်ခွင့် မရှိစေရ။

(ခ) မြေမှ မို (၂၃၀) ရှိ ဓာတ်ကြိုး ကိရိယာများ အပေါ်တွင် ဒု - ဆင့် ထက်ငယ်သော လုပ်သားကြီးများအား တက်ရောက်၍ လုပ်ကိုင်ခြင်းမရှိစေရ။

ဤမှတ်ချက်သည် ဓာတ်အားမဲ့ကြိုး၊ ကိရိယာများအပေါ် တက်ရောက်လုပ်ကိုင်ခြင်း၊ သော့ပိတ်ခြင်း၊ သော့ဖွင့်ခြင်းနှင့် ဒဏ်ခံကြိုးလဲလှယ်ခြင်း စသည့်လုပ်ငန်းများ အကျုံးမဝင်။

ဓာတ်အားရှိ ကောင်းကင်ဓာတ်ကြိုး ကိရိယာများတွင် လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ရာ၌ အဆိုပါကြိုး၊ ပစ္စည်းကိရိယာများ၏ အောက်မှသာ လုပ်ဆောင်ရမည်။

မြေအောက်ကြိုး (Underground Cable) များ ပြုပြင်ရန်ရှိသောအခါ သက်ဆိုင်ရာ တာဝန်ရှိသူ သို့မဟုတ် အင်ဂျင်နီယာသည် ပြုပြင်ရမည့် ကြိုးကို မှန်ကန်စွာရွေးချယ်ရမည်။

အကယ်၍ ကြိုးများ ရွေးချယ်ရာတွင် မသေချာပါက သက်ဆိုင်ရာ အင်ဂျင်နီယာများက သေချာအောင် စမ်းသပ်ရှာဖွေပြီးမှ လုပ်သားကြီးများကို လုပ်ကိုင်ခွင့်ပြုရမည်။

လျှပ်တားခုခံမှု (Insulation Resistance) နှင့် အခြားလျှပ်စစ် စမ်းသပ်ရာတွင် လိုက်နာရမည့် အချက်များ

ကောင်းကင်ကြိုးများနှင့် အခြားကိရိယာများ၏ လျှပ်တားခုခံမှု စမ်းသပ်ရာ၌ စမ်းသပ်ချိန်မှအပ ၎င်းတို့၏ မြေဓာတ်ချထားခြင်းများကို မဖြုတ်ရ။ စမ်းသပ်ပြီးလျှင် ပြီးချင်း ပြန်၍ တပ်ဆင်ထားရမည်။

မြေဓာတ်ချထားခြင်းမရှိသော ကောင်းကင်ကြိုး၊ ကိရိယာများကို ဓာတ်အားရှိသည်ဟု ယူဆရမည်။

စမ်းသပ်မှုများ ပြုလုပ်ရာတွင်လည်း စမ်းသပ်သည့် တန်ဆာပလာများ မပျက်စီးစေရန်နှင့် စမ်းသပ်သူ များကို အန္တရာယ်မရှိစေရန် သတိပြုရမည်။

ထိုသို့ စမ်းသပ်ရာတွင် အခြားဓာတ်အားရှိ ကိရိယာများမှ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားနှင့် မထိမိစေရန် လိုအပ်ပါက အကာအကွယ်များ ပြုလုပ်ရမည်။

အပိုင်း (ခ)

ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းတည်ဆောက်ရေးပစ္စည်းများနှင့် ကိရိယာအစိတ်အပိုင်းများ

အထွေထွေပစ္စည်း

လျှပ်စစ်ဥပဒေဆိုင်ရာ လုပ်ထုံးလုပ်နည်းများအရ သတ်မှတ်ထားသော စံချိန်စံညွှန်းများနှင့် အညီဖြစ်သည့် ပစ္စည်းများဖြင့်သာ ဓာတ်အားလိုင်းများကို တည်ဆောက်သွယ်တန်းရပါမည်။

လျှပ်ကူးကြိုးများ (Conductors)

(၁) ကြေးနီကြိုးမာများ (Hard Drawn Bare Copper)

(၂) ကက်ဒမီယံကြေးနီစပ်ကြိုး (Cadmium Copper Alloy)

(၃) သံမဏိအားဖြည့်ဒန်ကြိုး (Aluminium Conductor Steel Reinforced)

(၄) ဒန်ကြိုးမာများ (Hard Drawn Aluminium)

(၅) သွပ်ရည်သုတ် သံမဏိကြိုးများ

(၁) ကြေးနီကြိုးမာများ (Hard Drawn Bare Copper)

ယင်းကြိုး (H.D.B.C) များကို (၄၀၀) ဗို့ လိုင်းများတွင် အသုံးများပါသည်။ လုံးချော်ကြိုး (Bare Wire) များကို အသုံးများပြီး၊ ကြိုးကြီးလာပါက အလွယ်တကူခွေနိုင်ရန်၊ ဖြန့်နိုင်ရန် လုပ်ငန်းများ ပေါ်ပေါက်လာသဖြင့် နန်းမျှင်ကျစ်ကြိုးများကို သုံးပါသည်။ ကျစ်ကြိုးမျှင်များကို ခုံကူးကြိုး (ဂျန်ပါ) များအပြင် ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းနှင့် ဓာတ်အားခွဲရုံများ၏ လျှပ်ကူးတားအဆက်အဖြစ် အသုံးပြုပါသည်။

(၂) ကက်ဒမီယံကြေးနီစပ်ကြိုး (Cadmium Copper Alloy)

ဤကြိုးများမှာ ဆွဲအားကောင်းသော ကြိုးများဖြစ်ပါသည်။ ကြိုးအခန်း (Span) ကျယ်မည့် မြစ်ချောင်းများကူးသော နေရာများ၌ အသုံးပြုပါသည်။

(၃) သံမဏိအားဖြည့်ဒန်ကြိုး (Aluminium Conductor Steel Reinforced)

(A.C.S.R) ကြိုးကို ဗို့မြင့်ဓာတ်အားလိုင်းများ တည်ဆောက်ရန် အသုံးပြုပါသည်။ အူချောင်းကြိုးများမှာ သံမဏိအမာစားဖြင့် ပြုလုပ်ထားသော ကြိုးများဖြစ်ပြီး၊ အပြင်ကျစ်ကြိုးများမှာမူ အထမ်းကြိုးနှင့် အားဖြည့်ကြိုးများ ဖြစ်ပါသည်။

(၄) ဒန်ကြိုးမာများ (Hard Drawn Aluminium)

ကြေးကြိုးများသည် တန်ဘိုးကြီးမြင့်သည့် အတွက် ကြေးကြိုး၏ နေရာတွင် ဒန်ကြိုးမာများကို (၄၀၀) ဗို့ ကြိုးများ သွယ်တန်းရာ၌ ပိုမိုအသုံးပြုလာပါသည်။

(၅) သွပ်ရည်သုတ် သံမဏိကြိုးများ

ကောင်းကင်မြေစိုက်ကြိုးများ၊ ဗို့အားမြင့်ကြိုးများအဖြစ် အသုံးပြုပါသည်။ (၁၁)ကေဗွီလိုင်းများတွင် လျှပ်ကူးကြိုးအဖြစ် ဓာတ်အားလိုင်းအရှည် (၃) မိုင်ထက်မပိုသော ဓာတ်အားလိုင်းများတွင် သုံးပါသည်။ ကီလိုဝပ်မိုင် (၄၀၀)မှ (၅၀၀) အထိ နိုင်ပါသည်။

ဓာတ်ကြိုးများဆက်ခြင်းနှင့် ကြိုးတုတ်ခြင်း

သံမဏိကူ ဒန်ကြိုးများရစ်သော ကြိုးခွေဘီးမှာ တစ်ဘီးလျှင် (၁) မိုင်မှ (၃) မိုင်အထိ ကြိုးမဆက်ဘဲ ဖြန့်နိုင်သည်။ သို့သော ကြိုးကို အားနည်းနည်းဖြင့် ဆွဲနိုင်ရန် တစ်မိုင်ခန့်ဝေးသော နေရာရောက်တိုင်းဖြတ်ပြီး ကြိုးစသတ်တိုင်၌ ကြိုးစသတ်ပြီးမှ ဆက်ဆွဲပါသည်။

ကြေးနန်းကြိုးများနှင့် အခြားကြိုးများမှာ အခွေလိုက်သာ ရစ်ထားရာ ဓာတ်တိုင်(၇)တိုင်မှ (၁၀) တိုင် ရောက်တိုင်း ကြိုးဆက်များကို ဆက်ပြီး အသုံးပြုရပါသည်။

လိုင်းစတင်တည်ဆောက်စဉ်က ကြိုးဆက်ကိရိယာများဖြင့် စနစ်တကျမဆက်ပါက နောက်ပိုင်းတွင် ကြိုးများ မကြာခဏ ပြတ်ပြီးလျှင် ပြုပြင်ရေးလုပ်ငန်းမှာ များပြားလာပါမည်။ ထို့ကြောင့် ဓာတ်ကြိုးများကိုဆက်ရာတွင် ကိရိယာများ သုံးရပါသည်။

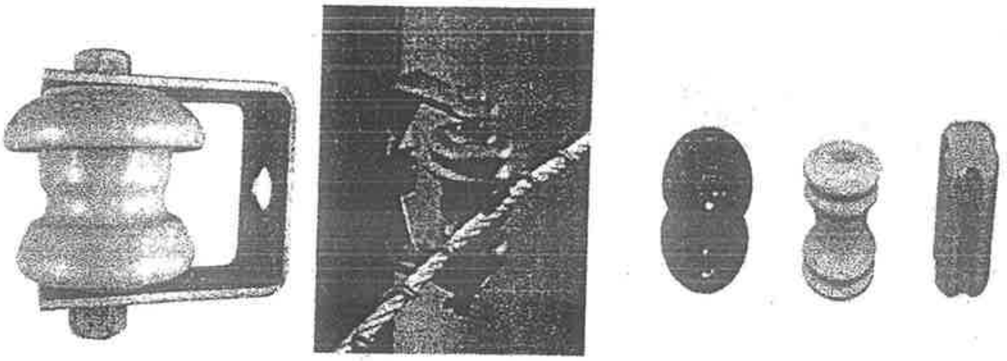
ဓာတ်အားလိုင်းသုံးကိရိယာများ

(၁)	ဂွင်းဆက်ကြွေသီး	Shackle Insulator
(၂)	ဒီအိုင်းရင်း	D Bracket
(၃)	ဆိုင်းကြိုးကြွေသီး	Straining Insulator
(၄)	လိုင်းဆက်သံပြား	Shackle Straps
(၅)	အပြား (သို့) တွဲလွဲကြွေသီး	Suspension or Disc Insulator
(၆)	ပင်ကြွေသီး	Pin Insulator (HV)
(၇)	စင်မြင့်ကြွေသီး	Pedestal Insulator
(၈)	တွဲလွဲကြွေသီးဆက်	Supension Insulator String Fittings
(၉)	ပင်ကြွေသီး	Shackle Insulator (HV)
(၁၀)	ဆိုင်းကြိုးထိန်း	Bow Tightener
(၁၁)	ပင်ကြွေသီး	Pin Insulator (LV)
(၁၂)	ပင်ကြွေသီးဘို့တိုင်	Pin Bolt
(၁၃)	ကန့်လန့်တန်းထောက်	Brace
(၁၄)	ကန့်လန့်တန်းထိန်းကလင့်	U Clamp or Clamp for Tunular Pole
(၁၅)	ဘို့တိုင်နှင့် နတ်	Bolt and Nut
(၁၆)	ဆိုင်းကြိုးကလင့်	Stay Clamp

အင်ဆူလေတာများ (Insulators)

ကောင်းကင်ဓာတ်အားကြိုးများ မြေသို့ လျှပ်စီးယိုစီးမှု မရှိစေရန် သွယ်တန်းရေးအတွက် လည်းကောင်း၊ လျှပ်ကာစွမ်းရည် ကောင်းမွန်စေရန်အတွက်လည်းကောင်း၊ အင်ဆူလေတာများကို အသုံးပြုပါသည်။ ယင်းတို့ကို ကြွေ၊ ဖန် စသည့် ပစ္စည်းများဖြင့် ပြုလုပ်ပါသည်။ အင်ဆူလေတာများကို ကြွေဖြင့် ပြုလုပ်ထားသော အသီးများဖြစ်၍ ကြွေသီးဟုခေါ်ပါသည်။ အင်ဆူလေတာအမျိုးမျိုး အသုံးပြုပုံမှာ အောက်ပါအတိုင်း ဖြစ်ပါသည်-

(၁) ဝွင်းဆက်ရှယ်ကယ်ကြွေသီး (Shackle Insulator)



ပုံ(၁၃-၁) Shackle Insulator များ

ဤကြွေသီးများကို ဒီအိုင်ရင်းတွင် ညှပ်စေပြီး၊ (၄၀၀) ဗို့ ကြိုးလိုင်းများတွင် (ပြားလိုက်) စနစ် သို့မဟုတ် (ဒေါင်လိုက်) စနစ်တွင် အသုံးပြုပါသည်။ ဤကြွေသီးများမှာ ဆွဲအားခံနိုင်ရည်ရှိသော ကြွေသီးများ မဟုတ်ပါ။ ထို့ကြောင့် ဆွဲအား များမည့်ကြိုးကို ကြိုးစဆက်သောနေရာနှင့် ဒေါင့်ချိုး တိုင်များတွင် သုံးပါက ကွဲလွဲပါသည်။

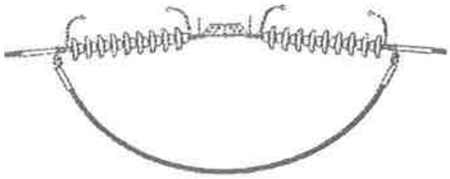
(၂) ထောင်ကြွေသီး (Pin Insulator)

ဗို့နိမ့်ဓာတ်အားကြိုးများ သွယ်ရမည့်နေရာတွင် အသုံးပြုပါသည်။ သို့သော် တိုင်ကြွေသီးများ ပိုမို ကောင်းမွန်လာအောင် ထုတ်လုပ်လာနိုင်သဖြင့် ယင်းကြွေသီးများကို နောက်ပိုင်းတွင် အသုံးနည်းလာ ပါသည်။

ပုံ(၁၃-၂) Pin Insulator

(၃) ဆိုင်းကြွေသီး (Straining Insulator)

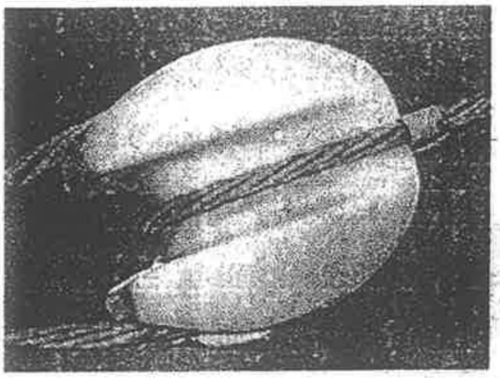
ကြိုးစသတ်နိုင်ရန် ဆိုင်းကြိုးထဲသို့ လျှပ်စီးယိုမှု ကာကွယ်နိုင်ရန်ခံထားသော လျှပ်တားပစ္စည်း အဖြစ်လည်း အသုံးပြုပါသည်။ (၄၀၀) ဗို့ စနစ်များတွင် ဓာတ်အားလိုင်း ဖြတ်တောက်ပေးသော ဂျန်ပါဖြူစ် တပ်ဆင်သည့် နေရာများတွင် အသုံးပြုပါသည်။



ပုံ(၁၃-၃) Straining Insulator

(၄) **ကြက်ဥကြွေသီး** (Egg Insulator)

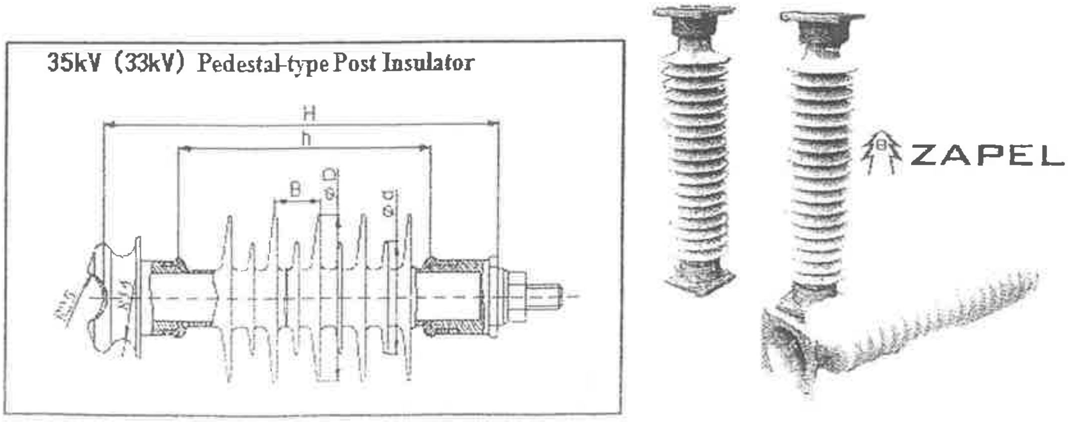
အိမ်သွယ်ကြိုး (ဆားဗစ်ကြိုး) များနှင့် ဓာတ်တိုင်ကြိုးကို ဆက်သွယ်ပေးမည့်နေရာများ၌ ဖြူးစ်ကြိုး တပ်ရန် အသုံးပြုပါသည်။ ဤကြွေသီးကို အိမ်သွယ်ကြိုး၏ (ဖွေစ်ကြိုး၌) တပ်ပေးပါသည်။ ကြက်ဥကြွေသီးများ ကို လျှပ်စစ်ဓာတ်အားယိုစီးမှုကို ကာကွယ်ပေးသည့် ကိရိယာအဖြစ် ဆားဗစ်ကြိုးမှ ဝန်ထမ်းကြိုး၏ ဓာတ်တိုင်ဘက်၌ လည်းကောင်း၊ နေအိမ်၌လည်းကောင်း တပ်ဆင်အသုံးပြုပါသည်။



ပုံ(၁၃-၄) Egg Insulator

(၅) **စင်မြင့်ကြွေသီး** (Pedestal Insulator)

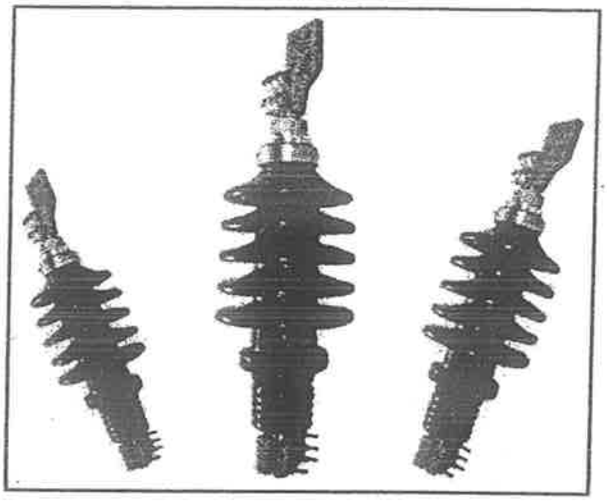
ဓာတ်အားခွဲရုံ၏ ဇလုပ်အတင်အဖြစ်လည်းကောင်း၊ လျှပ်ကူပျဉ် (Conductor) အတင်အဖြစ် လည်း ကောင်း အသုံးပြုပါသည်။



ပုံ(၁၃-၅) Pedestal Insulator

(၆) **ကျည်ထောက်ကြွေသီး** (Bushing)

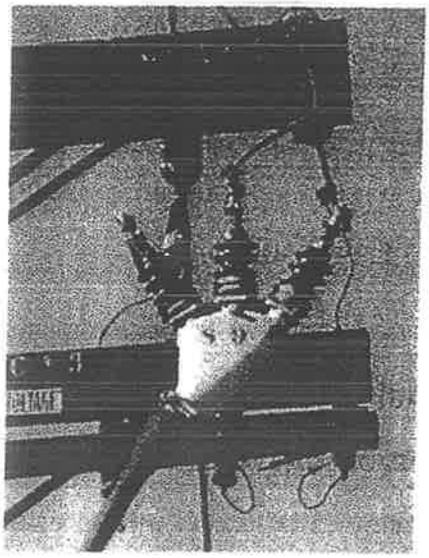
ကျည်ထောက်ကြွေသီးများကို လျှပ်တားကြိုးအဝင် အထွက်၌ အသုံးပြုပါသည်။



ပုံ(၁၃-၆) Bushing

(၇) **ကြိုးထုတ်ကြွေသီး** (Pole Head Pot Lead)

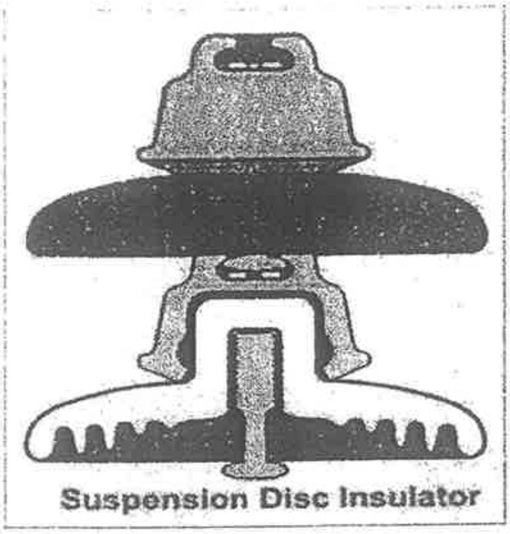
ဤကြွေသီးများမှာ မြေအောက်ကြိုးစ ထုတ်ရမည့်နေရာများတွင် အသုံးပြုပါသည်။

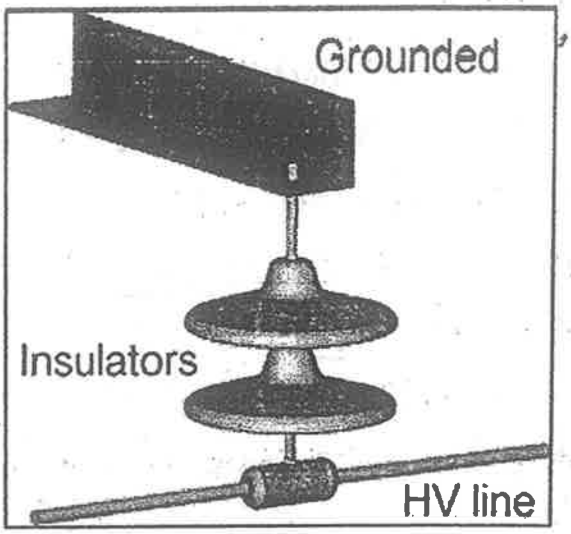


ပုံ(၁၃-၇) Pole Head Pot Lead

(၈) **တွဲလွဲကြွေသီးပြား** (Suspension or Disc Insulator)

၁၁ ကေဗွီဓာတ်အားလိုင်းများတွင် ကြိုးစသတ်သောတိုင်များ၌ အသုံးပြုပါသည်။ ကြိုးလုံးကြီးသော၃၃ ကေဗွီ ဓာတ်အားလိုင်းတွင် ကြိုးများ တွဲလွဲချလျှက် သွယ်တန်းရန် အသုံးပြုပါသည်။





ပုံ(၁၃-၈) Suspension or Disc Insulator

ဓာတ်အားလိုင်းဗို့တိုင် အနေအထားလိုက်ပြီး ကြွေသီးပြားများ တွဲပုံမှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်ပါသည်-

စဉ်	ဓာတ်အားလိုင်းဗို့(ကေဗွီ)	ကြွေသီးပြားဦးရေ
(က)	၆.၆	၁
(ခ)	၁၁	၁
(ဂ)	၃၃	ကြားတိုင် (၃)
(ဃ)	၃၃	ဒေါင့်တိုင်(၄) ခု၊ (၂) စုံတွဲ
(င)	၃၃	ဖြတ်တိုင် (၄) ခု၊ (၂) စုံတွဲ

ဓာတ်အားလိုင်းဗို့ အခြေအနေလိုက်ပြီး ကြွေသီးပြားများ တွဲပုံမှာ အောက်ပါအတိုင်း ဖြစ်ပါသည်-

စဉ်	ဗို့အဆင့်	အပိုင်းပြားဦးရေ
(က)	၁၀၀၀၀	၁
(ခ)	၃၃၀၀၀	၂ မှ ၃
(ဂ)	၆၆၀၀၀	၄ မှ ၅
(ဃ)	၁၀၀၀၀	၆ မှ ၈
(င)	၁၃၂၀၀၀	၈ မှ ၁၀
(စ)	၂၃၀၀၀၀	၁၂ မှ ၁၆

(ဈ) လိုင်းတိုင်ကြွေသီး (Line Post Insulator)

ယင်းကြွေသီးများကို လက်တန်းမပါဘဲ အလွယ်တကူတပ်ဆင်နိုင်သည်။ ပင်ကြွေသီး (Pin Insulator) များ နေရာတွင် အစားထိုးဝင်လာပါသည်။

လက်တန်းများ (Cross Arms)

လက်တန်းများကို တိုင်ပေါ်၌ လက်တန်းမရှည်ပါက ဘို့ချောင်းဖြင့်ဖမ်းပြီး လက်တန်းရှည်ပါက သံမဏိညှပ် (Clamp) ဖြင့် ဖမ်းပြီး သံမဏိထောင့် (Brace) များဖြင့် ထောက်ပေးပါသည်။

ဗို့အားနိမ့်ဓာတ်အားလိုင်းများတွင် (၃" x ၃") ကျွန်း၊ ပျဉ်းကတိုးလက်တန်းများကို အသုံးပြုပါသည်။ ယင်းလက်တန်းများမှာ (၄) ပေ ခန့်ရှည်ပြီး၊ (၄) ကြိုးသွယ်နိုင်ရန် အပေါက်များကို (၉") မှ (၁၂") အကွာထားပြီး ဖောက်ပါသည်။

ဗို့အားမြင့်ဓာတ်အားလိုင်းများအတွက် လက်တန်းပေါ်၌ ကြွေသီးတပ်ဆင်နိုင်ရန် (အပြား) စနစ်တွင် ပေ (၂၀၀) အခန်းရှိသော ဓာတ်အားလိုင်းအတွက် (၅' x ၈" ၊ ၃"x ၄") အရှည်ရှိ သစ်သားလက်တန်းများကို လည်းကောင်း၊ ပေ (၂၀၀) မှ (၄၀၀) အတွက် (၇' x ၈''၊ ၃"x ၄") သစ်သားလက်တန်းများကိုလည်းကောင်း အသုံးပြုပါသည်။ တြိလိုင်းများဖြစ်ပါက (၃"x ၄"၊ ၇") သစ်သားလက်တန်းများကို အသုံးပြုပါသည်။

အန္တရာယ်ကိုကာကွယ်ပေးသောကိရိယာများ

(၁) **ပုခက်ကြိုး (Cradle Guard)**

(က) လိုင်းနှစ်ခုခြား ခံပေးရခြင်း ဗို့မြင့်နှင့် ဗို့နိမ့်သွယ်ထားသော နှစ်ထပ်လိုင်းသွယ်သည့်နေရာများ၊ တယ်လီဖုန်းကြိုးနှင့် မီးရထားလမ်း၊ အချက်ပြကြိုးများကို ကျော်ဖြတ်သောနေရာများတွင် ပုခက်ကြိုးများခံ၍ ပေးရပါသည်။ ဤသို့ခံ၍ ပေးသောပုခက်ကြိုးများကို မြေနှင့် ဆက်သွယ်စေရန် အစွန်ဆုံးတိုင်များ မြေဓာတ်ချပေးရပါမည်။ ပုခက်ကြိုးရှည်လျားပါက သုံးလေးနေရာတွင် မြေဓာတ်ချပေးရပါသည်။

(ခ) မော်တော်ကားလမ်းနှင့် မီးရထားလမ်း ဖြတ်ကျော်ရာတွင်

(၁) တိုင်များမှာ တစ်တိုင်နှင့် တစ်တိုင် အခန်း၌ (၂၂၀) ထက် မကွာ ရပါ ။

(၂) ပုခက်ကြိုးတပ်ဆင်ရာ၌ တိုင်နှစ်တိုင်စလုံးတွင် စနစ်တကျ မြေဓာတ်ချပေးရမည်။

(၃) မီးရထားလမ်းကို ကျော်ဖြတ်တည်ဆောက်ရမည့် ဓာတ်ကြိုးများတွင် ပုခက်ကြိုးသွယ်တန်းသောအခါ မီးရထားဌာနက သတ်မှတ်ထားသည့် နည်းစနစ်အတိုင်း ဓာတ်အားလိုင်းကို တည်ဆောက်ပေးရမည့်အပြင် ကျော်ဖြတ်ခွင့်ကိုပါ တောင်းခံရမည်။

(၂) **အတ်ဘား (Earth Bar)**

ရေပြင်ညီ သွယ်တန်းထားသော ဗို့အားမြင့်စနစ်နှင့် ဗို့အားနိမ့် စနစ်များတွင် ဓာတ်ကြိုး ပြတ်ပြီး မြေသို့ ပြတ်ကျသောအခါ ကြိုတင်သိနိုင်စေရန် အတ်ဘားများကို သုံးရပါသည်။ ယင်းအတ်ဘားများကို ကောင်းကင်မြေစိုက်ကြိုးဖြင့် ဆက်သွယ်ထားရပါသည်။

ကောင်းကင်မြေစိုက်ကြိုး သွယ်တန်းခြင်းမရှိသော သစ်သားတိုင်များဖြစ်ပါက 'န' ကြိုးဖြင့် ဆက်ထားရပါသည်။

(၃) **အတ်ဂွင်းများ (Earth Ring)**

ဓာတ်ကြိုးတစ်ကြိုးလျှင် အတ်ဂွင်းတစ်ခု တပ်ဆင်ပေးပြီး ကြိုးပြတ်သောအခါ၌ ဤအတ်ဂွင်းကို ထိစေလျက် ဖြူးစ်များ ဖြတ်တောက်ပစ်ပါသည်။ အတ်ဂွင်းများကို ကောင်းကင်မြေစိုက်ကြိုးဖြင့် ဆက်သွယ်ပေးပါသည်။ ကောင်းကင်မြေစိုက်ကြိုးမရှိသော သစ်သားတိုင် ဖြစ်ပါက 'န' ကြိုးဖြင့် ဆက်ထားရပါသည်။

(၄) **ဒဏ်ခံကြိုး (Fuse)**

ကျွေးကြိုး (Feeder) များမှစ၍ စက်ရုံအဆောက်အဦးအတွင်း ဝါယာကြိုးတပ်ဆင်သွယ်တန်းသည့်အခါ နေရာအသီးသီး၌ လိုအပ်သည့် ဒဏ်ခံကြိုး (Fuse) များကို စနစ်တကျ တပ်ဆင်ရန် အထူးဂရုပြုရမည်။

ယင်းသို့တပ်ဆင်ရာတွင် ဒဏ်ခံကြိုး၏ လျှပ်စီးသတ်မှတ်နှုန်း (Current Rating) သည် သာမန်အားဖြင့် ဝန်အား (Load) ၏ လျှပ်စီးသတ်မှတ်နှုန်း၏ (၃)ဆထက် မများစေရပါ။

သံဖြူသုတ်ကြေးဒဏ်ခံကြိုး (Tin Copper Wire) ၏ လျှပ်စီးသတ်မှတ်နှုန်း

စဉ်	ဒဏ်ခံကြိုးအရွယ် (ဂိတ်)	လျှပ်စစ်သတ်မှတ်နှုန်း (အမ်ပီယာ)
၁	၃၈	၃.၀
၂	၃၅	၅.၀
၃	၃၀	၈.၅
၄	၂၈	၁၀.၀
၅	၂၅	၁၅.၀
၆	၂၄	၁၇.၀
၇	၂၃	၂၀.၀
၈	၂၂	၂၄
၉	၂၁	၂၉.၀
၁၀	၁၉	၃၈.၀
၁၁	၁၈	၄၅.၀
၁၂	၁၇	၆၅.၀
၁၃	၁၅	၇၈.၀

၆ (၅) မိုးကြိုးလွှဲ (Lightning Arrester)

ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းများတွင် မိုးကြိုးအန္တရာယ်မှ ကာကွယ်ရန်အတွက် မိုးကြိုးလွှဲများကို တပ်ဆင်အသုံးပြုရသည်။

(၁) ပယ်လဲ့မိုးကြိုးလွှဲ (Pellet Lightning Arrester)

ပယ်လဲ့ (Pellet) မိုးကြိုးလွှဲဆိုသည်မှာ ကြွေထည်ထဲတွင်(Pellet) ခေါ် (ခဲပါအောက်ဆိုဒ်) အတုံးကလေးများကို ဖြည့်ထားပါသည်။ ကြွေအုပ်ဆောင်း အပေါ်မှ ဝိုင်ယာကြိုးဖြင့် ဓာတ်အားလိုင်းသို့ ဆက်သွယ်ထားပါသည်။ စဉ်လိုက် ဆက်ထားသော (ကြားလပ်ခန်း) များနှင့်လည်း ဆက်လက်ဆက်သွယ် ထားပါသည်။

ပယ်လဲ့အတုံးလေးများသည် သာမန်လျှပ်စီးအတွက် လျှပ်တားပစ္စည်း များဖြစ်နေပြီးလျှပ်စီးအား ပြင်းထန်သော လျှပ်တုံ့ (Surge) ဝင်လာသောအခါမှ လျှပ်ပန်းတို့သည် ကြားဖြတ်ခန်းတို့ကို ဖြတ်ကျော်၍ ပယ်လဲ့ တုံးလေးများမှတဆင့် မြေထဲသို့ စီးဆင်းသွားပါသည်။ လျှပ်စီးအားမှာ တဖြည်းဖြည်း ကျဆင်းသွားသည်နှင့် အမျှ ပယ်လဲ့တုံးလေးများ၏ လျှပ်တားမှုမှာ ပိုမိုကောင်းလာသဖြင့် ဓာတ်အား ဆက်လက်၍ မစီးနိုင်တော့ပါ။

(၂) ဗလ်(ဗ်) မိုးကြိုးလွှဲ (Valve Lightning Arrester)

၎င်းမိုးကြိုးလွှဲကို အမျိုးမျိုး ပြုပြင်မွမ်းမံပြီး နာမည်အမျိုးမျိုးဖြင့် ထုတ်လုပ်လျှက်ရှိသည်။ ဆီလီကွန်ကာဘိုက်စလေးများကို ထိန်းချုပ်စရာပစ္စည်းနှင့် ရောပြီးနောက် ဖိနှိပ်၍ ပုံသွင်းထားသည့် အပြားကလေးများ ပေါင်းတင်ပြီး မျက်နှာပြင်များကို သတ္တုမှုန်များ ပက်ဖြန်း၍ နှုတ်ခမ်းကို လျှပ်ကူးမှု ကာကွယ်ရန် လျှပ်တားပစ္စည်းခံလျှက် အသုံးပြုထားသည်။

ထိုအမျိုးအစားမှာ အင်ပီယာတစ်သိန်း (၁၀၀ ကီလိုအမ်ပီယာ) ခန့် ခံနိုင်စွမ်းရှိသဖြင့် မိုးကြိုးတိုက်ရိုက်ပစ်ခတ်ခြင်းကို ကာကွယ်နိုင်သည်။

ဆီလီကွန်အသုံးပြုခြင်းအားဖြင့် ဝင်လာသော ဒီလှိုင်းဖို့ကို လျှပ်စီးပြင် ကဲ့သို့ ခံယူပြီး မြေပြင်သို့ ကူးသဖြင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်အားပို့ဆောင်ရေး (သို့) ဖြန့်ဖြူးရေး စနစ်မှ ဓာတ်အားသည် ဒီလှိုင်းနောက်မှတပ်၍ လိုက်ပြီး (နောက်မြီးဆွဲ Follow Current) ယိုစီးခြင်းမှ တားမြစ်နိုင်သဖြင့်လည်း ၎င်းအမျိုးအစားကို ဗလ်ဗ်မိုးကြိုးလွှဲဟု ခေါ်ဆိုခြင်းဖြစ်သည်။

(၃) **ရေဒီယိုအက်တစ်မိုးကြိုးလွှဲ**

ရေဒီယိုသတ္တုကြွ ပစ္စည်းများဖြစ်သည့် ယူရေနီယမ်၊ ရေဒီယမ်၊ ကိုဗော့ စသည့် ရေဒီယိုအက်တစ် သတ္တုပစ္စည်းများဖြင့် ပြုလုပ်ထားသည်။ လျှပ်ကူးချောင်း (Conduction Road) ထိပ်ဖျားတွင် ရေဒီယိုသတ္တုကြွပစ္စည်းကို ထည့်သွင်း တပ်ဆင်၍ ပြုလုပ်ထားသည်။ မိုးကြိုးကြောင့် ရုတ်ခြည်းဖိအားဖြစ်ပေါ်လာသော အခါ လေကြားခံတွင် အိုင်ယွန်းပြိုကွဲခြင်း (Ionization) ကို မြင့်မားစွာ ဖြစ်ပေါ်စေ၍ လျှပ်ပန်းခုန်ကူးပြီး အလွန် မြင့်မားသော လျှပ်စီးကို မြေထဲသို့ ဖြတ်စီးစေသည်။ သက်တမ်းအားဖြင့် (၅) နှစ်မှ (၃၀) နှစ်ထိခံသည်။ ရေဒီယို အက်တစ်ပစ္စည်းများ သက်တမ်းကုန်ဆုံးပါက အသစ်လဲလှယ်သုံးနိုင်သည်။

(၆) **ကောင်းကင်မြေစိုက်ကြိုး (Overhead Earthwire)**

ကောင်းကင်မြေစိုက်ကြိုးများကို ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းများ၏ ထိပ်တွင် တပ်ဆင်အသုံးပြုကြသည်။ ယင်းကို ဓာတ်အားလိုင်းအရှည် တစ်မိုင်လျှင်(၄) နေရာ မြေဓာတ်ချ ဆက်သွယ်ထားသင့်သည်။ အတ်ဘား (Earth Bar) ၊ အတ်ဝင်း (Earth Ring) များနှင့် ယင်းမြေစိုက်ကြိုးကို ဆက်သွယ်ထားရမည်။ မိုးကြိုးအန္တရာယ်နည်းသည့် နေရာဒေသတွင် တည်ဆောက်သည့် ဓာတ်အား လိုင်း၌ မိုးကြိုးအန္တရာယ် ကာကွယ်ထောင့်ကို (၄၅) ဒီဂရီထား၍ မိုးကြိုး အန္တရာယ်များသည့် ဒေသတွင် (၃၀) ဒီဂရီထား၍ တည်ဆောက်သင့်သည်။ ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းများ၌ ကောင်းကင်မြေစိုက်ကြိုးအဖြစ် သွပ်ရည်စိမ် သံမဏိကြိုး (Galvanized Steel Cable) သို့မဟုတ် ကြေးအုပ်သံမဏိကြိုး (Copper Clad Steel Cable) တို့ကို အသုံးပြုပါသည်။ လေးလလျှင် တစ်ကြိမ် ဓာတ်အားလိုင်းတစ်မိုင်လျှင် တစ်နေရာ မြေဓာတ်ခုခံမှုတိုင်း၍ မှတ်တမ်းတင် ထားရမည်။ မြေစိုက်ကြိုးခုခံမှု (၁၀) အုမ်းထက် ပိုလျှင် ပြုပြင်ပေးရမည်။

ဓာတ်တိုင်များ တိုင်ဆိုင်းကြိုးများ တပ်ဆင်ခြင်း

ဓာတ်အားလိုင်းကြိုးများ ဆွဲအားကြောင့် တိုင်များမယိုင်စေရန် ဓာတ်တိုင်များကို ဆိုင်းကြိုး များဖြင့် ဆွဲထားရပါသည်။ အထူးသဖြင့် ဒေါက်တိုင်များ၊ ဖြတ်တိုင်များ၊ ကြိုးအစသတ်သောတိုင်များ၊ အလွန် မြင့်မား သော ကြားတိုင်များ မီးရထားလမ်းနှင့် မော်တော်ကားလမ်းကျော် ဖြတ်သောတိုင်များ တောင်ကုန်းအနိမ့်အမြင့် ချောက်များတွင် စိုက်ထူထားသော တိုင်များကို တိုင်ဆိုင်းကြိုး သို့မဟုတ် ကြားခံတိုင်များဖြင့် ထောက်ဆိုင်းထားရပါသည်။

တိုင်များကျားကန်ခြင်း နှင့် ဆိုင်းကြိုးဆွဲခြင်း

ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းကြိုးများကို သတ်မှတ်ထားသည့် ဆွဲအားများဖြင့် ဆွဲထားခြင်း ပြုထားသည့်အတွက် ဆွဲအားတစ်ဖက်စောင်းနင်း မမျှမတရှိသောနေရာတို့တွင် ဓာတ်တိုင်တို့သည် တစ်ဖက်သို့ တိမ်းညွတ်ယိမ်းယိုင်ခြင်းများ ဖြစ်ပေါ်လာတတ်သည်။ ထိုအဖြစ်မျိုး မဖြစ်ပေါ်စေရန်အတွက် တိုင်များကို ကျားကန်ခြင်း(သို့မဟုတ်) သမဆိုင်းကြိုးများ ထိန်းပေးခြင်းများ ပြုလုပ်ပေးရမည်။ **ကျားကန်ခြင်းများ ပြုလုပ်လျှင် ဓာတ်တိုင် အပိုကုန်ကျသည် ဖြစ်ခြင်းကြောင့် ဆိုင်းကြိုးများ ထည့်ရန် မဖြစ်သောနေရာ၊ ကျဉ်းကြပ်သည့် နေရာများတွင် ဆိုင်းကြိုးတန်း (Stay Rod) မြေကုတ် မမြှုပ်နိုင်သော မြေနု၊ မြေပွနေရာများတို့တွင်သာ ကျားကန်ခြင်းကို အသုံးပြုကြသည်။** အခြား ကျန်သောနေရာအားလုံးကို ဆိုင်းကြိုးများကိုသာ အသုံးပြုသင့်သည်။ ဆိုင်းကြိုးများကို မြေပြင် အထက် (၁၁)ပေကျော်အကြားတွင် ကြွေသီးထည့်ပေးလျှင် လျှပ်စစ်အန္တရာယ်မှ အကောင်း ဆုံးကာကွယ်မှုကို ပေးနိုင်မည် ဖြစ်ပါသည်။

ဆိုင်းကြိုးထည့်သင့်သော နေရာများ

ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းတိုင်များနှင့် ကြက်ခြေတန်း တို့သည် ကွေးညွတ်ခြင်း၊ ယိမ်းယိုင်ခြင်း၊ တိမ်းစောင်းခြင်းစသည်တို့ မရှိဘဲ တည့်မတ်ဖြောင့်တန်းစွာ ရှိနေကြရမည်ဖြစ်ရာ လိုင်းဆွဲအားကြောင့် တစ်ဖက်သို့ တိမ်းညွတ်ခြင်းဖြစ်နိုင်သည့် နေရာတိုင်းတွင် ဆိုင်းကြိုးများ ထည့်ပြီး ထိန်းပေးရမည်။ လိုင်းကြိုးနှင့် ရာသီဥတုဒဏ်ကြောင့် တိုင်များမယိုင်စေရန်လည်း တိုင်များကို ဆိုင်းကြိုးများဖြင့် ဆွဲထားရပါသည်။ အောက်တွင်ဖော်ပြပါ နေရာများသည် ဆိုင်းကြိုး များ ထည့်ပေးရမည့်နေရာများဖြစ်ပါသည်-

(က) လိုင်းအဆုံးနေရာများ

(ခ) လိုင်းဒေါင့်စွန်းနေရာများ

(ဂ) လိုင်းဒေါင့်ချိုးနေရာများ

(ဃ) လိုင်းခွဲနေရာများ

(င) သံလမ်းကူးများ

(စ) ဖြတ်တိုင်များ

(ဆ) ကြိုးအစသတ်သောတိုင်များ

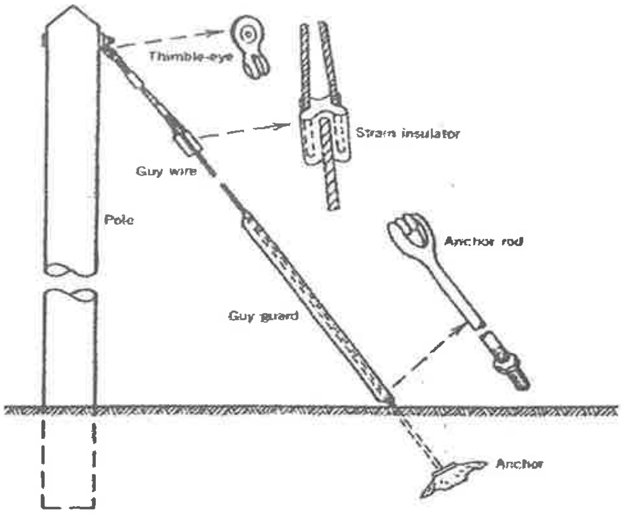
(ဇ) အလွန်မြင့်မားသောတိုင်များ

(ဈ) တောင်ကုန်းအနိမ့်အမြင့်နေရာများတွင် စိုက်ထူထားသောတိုင်များ

ဆိုင်းကြိုးအမျိုးအစားများမှာ -

(က) **နောက်ဆိုင်းကြိုး (Back Stay)**

ကြိုးစသတ်သော တိုင်များ၊ ထောင့်တိုင်များ၊ ဖြတ်တိုင်များ နောက်မှ ဆွဲရသော ဆိုင်းကြိုး ဖြစ်ပါသည်။



ပုံ(၁၃-၉) တိုင်ဆိုင်းကြိုးတပ်ဆင်ထားပုံ

(ခ) **ကျားကန်တိုင်များ (Back Pole)**

ကျားကန်တိုင်များ (Back Stay) ဆွဲ၍ မရနိုင်သောနေရာများ၌ သစ်သား ၊ သံ ၊ ကွန်ကရစ်တိုင်များဖြင့် ကြားခံပြီး တိုင်မတ်အောင် ထောက်ထားရပါသည်။

(ဂ) **ကောင်းကင်ဆိုင်းကြိုးများ (Fly Stay)**

လမ်းကွေ့များ၌ နောက်ဆိုင်းကြိုး (Back Stay) ဆွဲရန် မလွယ်ကူသော နေရာများတွင် ဓာတ်တိုင်နှင့် မျက်နှာချင်းဆိုင်၌ တိုင်(၁)တိုင် စိုက်ပြီး ထိုတိုင်နှင့် ဓာတ်တိုင်ထိပ်ချင်း ကြိုးဆိုင်းရပါသည်။ ထို့နောက် မျက်နှာချင်းဆိုင်လမ်းအကျော်တွင် စိုက်ထားသောတိုင်အား နောက်ခံဆိုင်းကြိုး ဆွဲပေးရပါသည်။

တိုင်အခြေအနေနှင့် တိုင်ဆိုင်ကြိုး အကွာအဝေးပြဇယား

H ပေ		၃၀ ဒီဂရီ - D - ပေ		၄၅ - ဒီဂရီ - D - ပေ
၂၀	-	၁၂	-	၂၀
၂၅	-	၁၄	-	၂၅
၃၀	-	၁၇	-	၃၀
၃၅	-	၂၀	-	၃၅
၄၀	-	၂၃	-	၄၀
၄၅	-	၂၆	-	၄၅
၅၀	-	၂၉	-	၅၀

တိုင်ဆိုင်းကြိုးအရှည်ပြဇယား

H ပေ		၃၀ ဒီဂရီ - L - ပေ		၄၅ - ဒီဂရီ - L - ပေ
၂၀	-	၂၃	-	၂၈
၂၅	-	၂၉	-	၃၅
၃၀	-	၃၅	-	၄၂
၃၅	-	၄၀	-	၅၀
၄၀	-	၄၆	-	၅၇
၄၅	-	၅၂	-	၆၄
၅၀	-	၅၈	-	၇၁

၄၅ ဒီဂရီအတွက် တွက်ချက်ပုံ

(၁) တိုင်ခြေနှင့် တိုင်ဆိုင်းကြိုးအကွာအဝေး H နှင့် အတူတူပင်ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် H သည် ပေ (၂၀) ရှိပါက D သည် ပေ (၂၀) ရှိမည်။

(၂) ဆိုင်းကြိုးအရှည်ကိုသိလိုလျှင် -

$$L = \frac{D}{0.707} = \frac{20.0}{0.707} = 28.1 \text{ ft}$$

(၃) D = 25 ft ရှိသော် L သည် မည်မျှရှိမည်နည်း။

$$L = \frac{D}{0.707} = \frac{25.0}{0.707} = 35.36 \text{ ft}$$

၃၀ ဒီဂရီတွက်ချက်ပုံ

A သည် 20 ft ရှိပါက D သည် ပေမည်မျှရှိမည်နည်း။

H = 20 ft

$$\tan 30^\circ = \frac{D}{H}$$

$$D = \tan 30^\circ \times H$$

$$= 0.5774 \times 20$$

$$= 11.54 \text{ ft}$$

$$\tan 30^\circ = \frac{D}{H}$$

$$H = \frac{D}{\tan 30^\circ} = \frac{D}{\frac{1}{\sqrt{3}}} = D\sqrt{3}$$

$$D = \frac{H}{\sqrt{3}} = \frac{20}{1.732} = 11.54 \text{ ft}$$

(၄) တိုင်ဆိုင်းကြိုးအရှည်ကို သိလိုလျှင်–

$L = 2D$

$= 2 \times 11.54 \text{ ft} = 23.08 \text{ ft}$

$L^2 = H^2 + D^2$

$L^2 = (20)^2 + (11.54)^2 = 4000 + 133.1 = 533.1 \text{ ft}$

$L = \sqrt{533.1} \text{ ft} = 23.08 \text{ ft}$

အပိုင်း (၈)

ဓာတ်အားလိုင်းကြိုးသွယ်တန်းခြင်း

ဓာတ်အားလိုင်းကြိုးသွယ်တန်းဆွဲတင်းရာ၌ လုံခြုံမှုကိန်း (၂) ရှိရန် လိုအပ်ပါသည်။ လုံခြုံမှုကိန်း (၂) ဆရှိစေရန်မှာ ဝါယာကြိုးတစ်ချောင်းကို ၎င်း၏ အမြင့်ဆုံးအဆင့် ခံနိုင်ရည်ဆွဲအားပေါင်ချိန် ထက်ဝက်မျှနှင့်သာ ဆွဲထားရပေမည်။ အဓိပ္ပါယ်မှာ ဝါယာတစ်ချောင်းသည် အမြင့်ဆုံးအဆင့်ဆွဲအား ခံနိုင်ရည်(၄၀၀၀) ပေါင်ရှိပါက ၎င်းကို ပေါင်ချိန် (၂၀၀၀) မျှနှင့်သာ ဆွဲတင်းထားခြင်းကို ဆိုလိုသည်။ ထိုကဲ့သို့ ဝါယာကို ဆွဲတင်းရမည့် ပေါင်လျှော့အိမှုကြောင့် မြေပြင်နှင့် အကွာအဝေးတွင် သတ်မှတ်ချက်ထက် လျော့နည်းမသွားစေရန်ဖြစ်သည်။ အထူးသဖြင့် ဓာတ်တိုင်တစ်ခုနှင့် တစ်ခု အလှမ်းကွာဝေးလွန်းလျှင် ဝါယာလျှော့အိမှုအားကြီးသည်။ ဝါယာလျှော့အိမှု များလွန်းလျှင် အသုံးပြုသော ဓာတ်တိုင်ကို ပိုမိုရှည်လျားစွာ လိုအပ်လာမည်။

ထို့ကြောင့် စနစ်ကျပြီး ဥပဒေနှင့် ညီညွတ်သော ဓာတ်အားလိုင်း တစ်ခုဖြစ်စေရန် အချက်ကြီး (၃) ချက်ဖြစ်သည့် ဓာတ်တိုင်အရှည်၊ ဓာတ်တိုင်အခန်း အကွာအဝေး၊ ဝါယာဆွဲအားတို့အပေါ် တည်နေသည်။ မြေပြင် အခြေအနေအရ မြေဝင် ထားရှိမည့်ပေအရှည်ကို နှုတ်ရမည်။ ထို့နောက် သွယ်တန်းရမည့် ဝါယာများအနက် အနိမ့်ဆုံးဝါယာကြိုးနှင့် ဓာတ်တိုင်ထိပ်သို့ အကွာအဝေးကို နှုတ်ရမည်။ ထိုအခါ လိုင်းကြိုးဆွဲရန်အတွက် အသားတင်ကျန်ရှိမည့် ဓာတ်တိုင်အရှည်ကို ရရှိပေမည်။

ထိုသို့ ရရှိသော ဓာတ်တိုင်အရှည်သည် ပေးလွှတ်မည့် လျှပ်စစ်ဖိအားအဆင့်အရ ဇယား(၁) တွင် ပြထားသော မြေပြင်အကွာအဝေးထက် ပိုမိုရှိ မရှိကို သတိပြုရမည်။ အတူတူဖြစ်နေလျှင် ဝါယာကြိုးကို ဆွဲတင်းသောအခါတွင် လျော့အိမှုကြောင့် မြေပြင် အကွာအဝေးမှာ ရှိသင့်သလောက် ရှိမည်မဟုတ်သဖြင့် ထိုထက် ပိုမိုရှည်လျားသော ဓာတ်တိုင်ကို ရွေးရမည်။ ဓာတ်တိုင်၏ အသားတင်အရှည် H သည် ပေးလွှတ်မည့် လျှပ်စစ်ဖိအားအရ သတ်မှတ်ထားသော မြေပြင်အကွာအဝေးထက် ပိုမိုကြောင်းတွေ့ရ

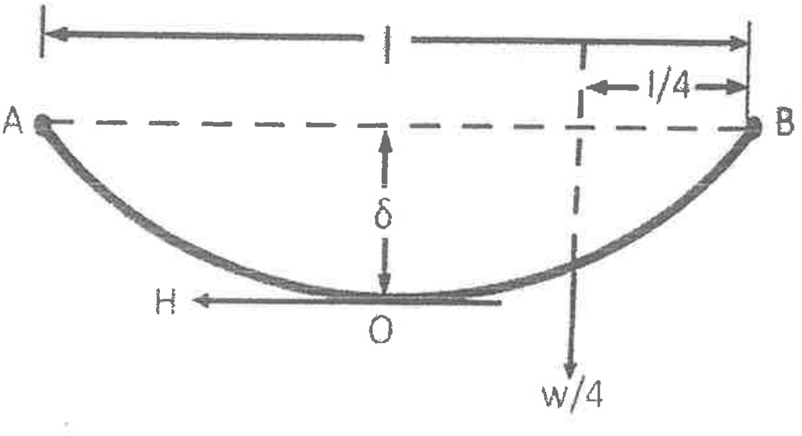
လျှင် အောက်တွင်ဖော်ပြပါ ပုံသေနည်းအတိုင်း ဓာတ်တိုင်တစ်ခုနှင့်တစ်ခု အဝေးဆုံး မည်မျှအထိ ထားရှိနိုင်ကြောင်းကို တွက်ကြည့်နိုင်သည်။

ပုံသေနည်း -

$$L = \sqrt{\frac{8\,\delta\,H}{W}}$$

၎င်းတွင်	L	=	ဓာတ်တိုင်တစ်ခုနှင့် တစ်ခု အကွာအဝေး (ပေ)
	δ	=	ဝါယာတွင် လျော့အိမှု (ပေ)
	H	=	ဝါယာတွင် ဖြစ်ပေါ်သောဆွဲအား (ပေါင်)
	W	=	လေဖိအားအပါအဝင် ဝါယာတစ်ပေရှည်၏ အလေးချိန် (ပေါင်)

ဖော်ပြပါပုံသေနည်းအရ ဓာတ်တိုင်တစ်ခုနှင့် တစ်ခုအကွာအဝေး (အလှမ်းအဝေးသုံး) တို့ တွက်ချက် နိုင်ရန် δ, H နှင့် W တို့ ပတ်သက်သော အချက်အလက်များကို အောက်တွင် ရှင်းလင်းသည့်အတိုင်း သိနိုင်သည်။



ပုံ(၁၃-၁၀) ဝါယာလျော့အိမှုတွက်ချက်ပုံ

δ ကို ပြထားသည့် အသားတင်ဓာတ်တိုင်အရှည်ထဲမှာ ဇယားအမှတ် (၁) တွင် ပြထားသည့် ဗို့အားအဆင့်အရ မြေပြင်နှင့် အကွာဝေးသတ်မှတ်ချက်ကို နှုတ်လိုက်လျှင် ရမည့်ဥပမာ အသားတင် ဓာတ်တိုင်အရှည်သည် (၂၃) ပေဖြစ်ပြီး၊ မြေပြင်နှင့် အကွာအဝေးသတ်မှတ်ချက်သည် (၂၀) ပေ ဖြစ်လျှင် D သည် (၂၃' -၂၀' = ၃') ဖြစ်သည်။

H ကို ဝါယာကြိုးများနှင့် ပတ်သက်သော ဇယားများအား ကိုးကားပြီး သိနိုင်သည့် ဇယား အမှတ် (၃) နှင့် (၄) တို့တွင် ကြေးဝါယာနှင့် သံမဏိအားဖြည့်ရန် ဝါယာကြိုးတို့၏ အချက်အလက်

များကို ပြထားသည့် ဝါယာအရွယ်အစား အကြီးအသေးအလိုက် အမြင့်ဆုံးအဆင့် ဆွဲထားခံနိုင်ရည်၏ ထက်ဝက်ဆွဲအားကို အသင့် တွက်ပြထားသည်။

W ကိုလည်း ဇယားအမှတ် (၃) နှင့် (၄) တို့တွင် တွေ့နိုင်သည့် ဝါယာအရွယ်အစားအလိုက် ကိုက် (၁၀၀၀) အရှည်တွင်ရှိမည့် အလေးချိန်ကို ဖော်ပြထားသည့်အပြင် တစ်ပေအရှည်၏ အလေးချိန်ကိုပါ အသင့် ကိုးကားနိုင်ရန် တွက်ပြထားသည်။

လိုင်းကြိုးအပေါ် လေနှင့် ဆီးနှင်းတို့၏ အကျိုးသက်ရောက်မှု

အပူချိန်ပြဒါးတိုင်သည် (၂) ဒီဂရီဖာရင်ဟိုက်ခန့်အထိ ကျဆင်းခဲ့လျှင် ဝါယာကြိုးများအပေါ်၌ နှင်းခဲ၊ ရေခဲများ စသည်တို့ တွယ်ကပ်ဖြစ်ပေါ်လာတက်သည်။ ထိုအခါ ဝါယာကြိုးသည် မိမိ၏ မူလ အလေးချိန်အပြင် ဆီးနှင်းခဲတို့၏ အလေးချိန်ပါ ပိုကဲလာသည်။ ထိုအခြေအနေမျိုး၌ ဝါယာကြိုး တစ်ပေ၏ အလေးချိန်ကိုတွက် လျှင် ဆီးနှင်းတို့၏ အလေးချိန်ကိုပါ ထည့်သွင်းစဉ်းစား ရသည်။

ဝါယာကြိုးများသည် ကောင်းကင်ပေါ်၌ သွယ်တန်းထားခြင်းကြောင့် လေ၏ တိုက်ခိုက်မှုဒဏ် ခံကြ ရသည်။ ထို့ကြောင့် ဝါယာကြိုးများအပေါ်တွင် လေဖိအား ကိုပါ ထည့်တွက်ရမည်ဖြစ်သည်။

ဝါယာအရှည်တစ်ပေပေါ် လေ၏ဖိအား သက်ရောက်မှုကို သိလိုလျှင် အောက်ပါပုံသေနည်း အတိုင်း တွက်ယူရမည်-

$$W_2 = \frac{2W_p}{3} \times \frac{D}{12}$$

ဎင်းတွင် W_2 = ဝါယာတစ်ပေပေါ်တွင် ကျရောက်သည့် လေ၏ ဖိအားပေါင်ချိန်

W_p = တစ်စတုရန်းပေရှိသော ဧရိယာပေါ်တွင် ကျရောက်သည့် လေဖိအားပေါင်ချိန်

D = ဝါယာကြိုး၏ အချင်းလက်မဖြစ်သည်။

ဓာတ်အားလိုင်းကြိုးတစ်ခုပေါ်၌ လေတိုက်ခတ်မှုကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသော လေဖိအားအတွက် ပိုလာသည့် အလေးချိန်သည် ဝါယာကြိုး၏ ရိုးရိုးအလေးချိန်ကဲ့သို့ အောက်ဘက်သို့ ဆွဲနေခြင်း မဟုတ်ဘဲ၊ လေလမ်းကြောင်းအတိုင်း ဘေးတိုက်ဆွဲနေသည့် သဘောရှိလေသည်။ သို့ဖြစ်ရာ ဝါယာကြိုး၏ မူလအလေးချိန်နှင့် လေ၏ဖိအားအတွက် ပိုလာသော အလေးချိန်နှစ်မျိုးတို့ကို ရိုးရိုးသင်္ချာနည်းနှင့် ပေါင်းလျှင် မှန်ကန်ခြင်းမရှိပေ။ အား (၂) မျိုးသည် ဒေါင့်မှန်အနေအထားနှင့် သက်ရောက်နေခြင်းမျိုး ဖြစ်၍ အကျိုးပြုအား (Resistance Force)ကို တွက်သည့်နည်းဖြစ်သော အောက်တွင်ဖော်ပြပါပုံစံ အတိုင်း တွက်ယူရပေသည် -

ပုံသေနည်း $W = \sqrt{W_1^2 + W_2^2}$

၎င်းတွင်	W	=	ဝါယာတစ်ပေ၏ ရိုးရိုးအလေးချိန်နှင့် လေ၏ဖိအား အလေးချိန် (၂) ရပ်ပေါင်း (ပေါင်)
	W_1	=	ဝါယာတစ်ပေ၏ ရိုးရိုးအလေးချိန် (ပေါင်)
	W_2	=	ဝါယာအပေါ်တွင် သက်ရောက်သော လေ၏ဖိအား (ပေါင်)

ဓာတ်အားလိုင်းတစ်ခု ပုံစံပြုခြင်း

အချက်အလက်များမှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်ပါသည် -

(၁) ၁၁၀၀၀ ဗို့အားလိုင်း

(၂) ဓာတ်တိုင်အရှည် (၃၀) ပေ

(၃) ဝါယာအမျိုးအစားနှင့် အရွယ်မှာ အမာနန်းဆွဲကြေးဝါယာ

(၄) လေတိုက်နှုန်း တစ်နာရီ (၅၀) မိုင်

(၅) လုံခြုံမှုကိန်း (၂)

တွက်ချက်ပုံ

ပုံသေနည်းအရ $L = \sqrt{\frac{8\,\delta H}{W}}$ ဖြစ်ရာဝ်, H နှင့် W တို့ကို သိရှိရန် လိုအပ်ပေသည်။

ဝါယာလျော့အိမှု δ အတွက် အများဆုံးမည်မျှအထိ ခွင့်ပြုနိုင်မည်ကို အောက်ပါအတိုင်း ရှာရမည်။

ဓာတ်တိုင်၏ မူလပေရှည် (၃၀) ထဲမှ ဇယား (၂) အရ မြေဝင် (၅) ပေကိုနုတ်လျှင် (၂၅) ပေ ကျန်မည်။ တဖန်ဇယား(၁) အရ (၁၁၀၀၀) ဗို့အားလိုင်းအတွက် သတ်မှတ်ထားသော မြေပြင်နှင့် အကွာအဝေး (၁၉) ပေ ကျန်ရှိမည်။ ကြေးသီး၏ အမြင့်ကို ထည့်ပေါင်းသော် (၆) ပေ (၆) လက်မခန့် ရှိရမည်။

ထို့ကြောင့် တြိဂံပုံစနစ်နှင့် ဆွဲလျှင် ဝါယာလျော့အိမှုကို (၃) ပေခန့်အထိ ခွင့်ပြုနိုင်သည်။

$$\delta = ၃ \text{ ပေ}$$

အလျားလိုက်စနစ်နှင့်ဆွဲလျှင် ဝါယာလျော့အိမှုကို (၅) ပေ (၄) လက်မအထိ ခွင့်ပြုနိုင်သည်။

ဝါယာအမြင့်ဆုံးခံနိုင်ရည်ရှိသော ဆွဲအား၏ ထက်ဝက် T မှာ (၁၂၃၄) ပေါင်ရှိကြောင်း ဇယား (၃) ၏ ကော်လံ (၅) အောက် SWG No.4 နှင့် တန်းတန်းတွင် တွေ့ရမည်။

$$H = ၁၂၃၄ \text{ ပေါင်}$$

W ကို အောက်ပါအတိုင်း ရှာရမည်။ ပုံသေနည်းမှာ $W= \sqrt{W_1^{\,2} + W_2^{\,2}}$ ဖြစ်ရာ W ကို ဇယား (၃)၏ ကော်လံအမှတ် (၃) အောက် SWG No.4 နှင့် တန်းတန်းတွင် (၀.၁၆၆၃) ပေါင် ရှိကြောင်း တွေ့ရမည်။ W_2 သိရန်အတွက်

$$W_2 = \frac{2W_p}{3} \times \frac{D}{12}$$ နှင့် တွက်ရမည်။

ပုစ္ဆာအရ လေတိုက်နှုန်းမှာ တစ်နာရီလျှင် ၅၀ မိုင်နှုန်းဖြစ်သဖြင့် W_p သည် (၈) ပေါင်ရှိကြောင်း သိရသည်။ d ကို ဇယား (၃) ၏ ကော်လံအမှတ်(၂) အောက် SWG No.4 နှင့် တန်းတန်းတွင် (၀.၂၃၂) လက်မ ရှိကြောင်းတွေ့ရသည်။

ထို့ကြောင့်

$$W_2 = \frac{2x8}{3} \times \frac{0.232}{12}$$ နှင့် တွက်ရမည်။

$$W2 = 0.103$$

ဓာတ်တိုင်တစ်ခုနှင့် တစ်ခုအကွာအဝေးဆုံးကို တွက်ချက်သော်

$$L = \sqrt{\frac{8\,\delta H}{W}}$$ တွင် အထက်၌ သိပြီးခဲ့သည်တို့ကို အစားရေးသွင်းတွက်ချက်ရမည်။

(က) တြိဂံပုံစနစ်ထိန်းကြိုး

$$L = \sqrt{\frac{8\,x\,3x\,1234}{0.07}}$$

$$L = 407 \text{ ft}$$

(ခ) အလျားလိုက်စနစ်လိုင်းကြိုး

$$L = \sqrt{\frac{8\,x\,5.33\,x\,1234}{0.07}}$$

$$L = 556 \text{ ft}$$

လက်ဝယ်တွင်ရှိသော ဓာတ်တိုင်အရှည် အသုံးပြုမည့် ဝါယာအမျိုးအစားနှင့် အရွယ်တို့အရ တည်ဆောက်မည့် ဓာတ်အားလိုင်းတစ်လျှောက်တွင် အကျယ်ဆုံးခွင့်ပြုနိုင်သော ဓာတ်တိုင်အကွာအဝေးကို အထက်ပါနည်းနှင့် တွက်ချက်ကြည့်ခြင်းသည် ဓာတ်တိုင်အားလုံးကို ထိုမျှအကွာအဝေး ထားရန်အတွက် မဟုတ်ပေ။ ပုံမှန်အားဖြင့် (၂၅၀) ပေမှ (၃၀၀) ပေအတွင်း တက်နိုင်သမျှ အချင်းချင်း ညီညာစွာ လိုင်းချိန်းသွားရပေမည်။ မြေအနေအထားအရ အခန်းကို ပုံမှန် (၂၅၀) ပေမှ (၃၀၀) ပေ

ထက်ကျော်လွန်ရန် ရှိသောအခါများတွင်မှသာ အထက်တွင် တွက်ချက်၍ရသော အကွာအဝေးအထိ စိတ်ချစွာ လိုင်းဆွဲနိုင်ကြောင်း သိထားရန်အတွက် ဖြစ်သည်။

ဓါတ်တိုင်အရှည်ရှာပုံ

ပထဝီဝင်မြေအနေအထားအရ မြစ်များ၊ ချောင်းများကို ကျော်ဖြတ်ပြီး ဓာတ်တိုင်လိုင်း တည်ဆောက်ရန် လိုအပ်ခဲ့လျှင် ဓာတ်တိုင်အကွာအဝေးကို ပေ (၅၀၀) မှ (၇၀၀ - ၈၀၀) အထိ ထားရှိရန် လိုအပ်သောအခါများတွင် ဝါယာလျော့အိမှု များပြားမည်ဖြစ်ရာ ဓာတ်တိုင်မြင့်မြင့် လိုအပ်ပေမည်။ ထိုအခါ တိုင်အမြင့် မည်မျှရှိရမည် ကို သိနိုင်ရန် ဝါယာလျော့အိမှုကို တွက်ပြီးမှ ရှာယူရပေမည်။

ပေ (၈၀၀) ကျယ်သော မြစ်ကူးဓာတ်အားအတွက် ပုံစံပြခြင်း အချက်အလက်များမှာ အောက်ပါအ တိုင်းဖြစ်သည် -

(၁)	၁၁၀၀၀ ဗို့အားလိုင်း		
(၂)	ဓာတ်တိုင်အကွာအဝေး	-	၈၀၀ ပေ
(၃)	ဝါယာအမျိုးအစားနှင့် အရွတ်	-	အမာနန်းဆွဲကြေးဝါယာ SWG-No.8
(၄)	လေတိုက်နှုန်း	-	တစ်နာရီ (၇၅) မိုင်
(၅)	လုံခြုံမှုကိန်း	-	(၂)

ပုံသေနည်းမှာ $d = \frac{WL^2}{ST}$ ဖြစ်သည်။

လေတိုက်နှုန်းသည် တစ်နာရီလျှင် (၇၅) မိုင် ဖြစ်ခြင်းကြောင့် ဝါယာပေါ်တွင် ကျရောက်မည့် ဖိအားပေါင်ချိန်မှာ ဇယား (၃) အရ (၁.၆) လက်မဖြစ်သည်။ ၎င်းတွင်

d = ဝါယာလျော့အိမှု (ပေ)

w = လေဖိအားအပါအဝင် ဝါယာတစ်ပေရှည်၏ အလေးချိန်ပေါင် (ပေါင်)

L = ဓာတ်တိုင်အကွာအဝေး (ပေ)

T = ဝါယာအမြင့်ဆုံး ခံနိုင်ရည်ရှိသော ဆွဲအား၏ ထက်ဝက် (ပေါင်)

W ကို ရှာပါ။

$W = \sqrt{W_1^2 + W_2^2}$ တွင် W ကို ဇယား (၃) တွင် SWG-No.8 နှင့် တန်းတန်းကော်လံ အမှတ် (၃) အောက်တွင် (၀.၀၀၇၃) ပေါင်ရှိကြောင်း တွေ့ရသည်။ ထို့ကြောင့်

W_1 = ၀.၀၀၇၃ ပေါင်

$W_2 = \frac{၂}{၃} \times ၁၂ \times \frac{၁၆}{၁၂}$ = ၀.၁၀၇

$W = \sqrt{0.0772 + 0.107}$ = ၀.၃၃ ပေါင်

L မှာ (၁၈၀၀) ပေရှိကြောင်း သိပြီးဖြစ်သည့် T ကို ဇယားအမှတ် (၃) ကော်လံ (၅) တွင် (၆၂၀) ပေါင် ရှိကြောင်း တွေ့ရသည်။

ထို့ကြောင့် အားလုံးအစားသွင်းပြီးတွက်သော် $d = \frac{WL^2}{ST}$ ဖြစ်သည်။

$$= \frac{0.33 \times ၈၀၀^2}{၈ \times ၆၂၀}$$

= ၁၆.၇၇ ပေ

ထို့ကြောင့် ဝါယာလျော့အိမ့်မှုကို (၁၇) ပေထားရှိရန် လိုအပ်ပေသည်။

မြစ်သည် မိုးတွင်းအခါများ၌ ရေအမြဲ စီးဆင်းသည်ဟုယူဆလျှင် ဝါယာကြိုး၏ အနိမ့်ဆုံးအပိုင်းသည် မြစ်ကမ်းနဖူး တစ်ဖက်တစ်ချက် မြေပြင်၏အထက် ပေ (၂၀) ရှိရန် လိုအပ်ပေသည်။ ထို့ကြောင့် ဝါယာလျော့အိမ့်မှု (၁၇) ပေနှင့် ပေါင်းသော မြေပေါ် (၃၇) ပေ ရှိရန် လိုအပ်ပေသည်။ မြေဝင်မှာ မူဇယား (၂)အရ ရိုးရိုးမြေဖြစ်လျှင် (၇) ပေ၊ ကျောက်မြေဖြစ်လျှင် (၄.၅) ပေရှိရန် လိုအပ်ကြောင်း တွေ့ရသည်။ ထို့ကြောင့် ဓာတ်တိုင်အရှည် (၄၄) ပေ သို့မဟုတ် (၄၁.၅) ပေ ရှိရမည်။

ဇယား(၁)ကောင်းကင်ဓာတ်ကြိုး၏ အနိမ့်ဆုံးအပိုင်းနှင့် မြေပြင်အကွာအဝေးပြဇယား

အမှတ်စဉ်	ကောင်းကင်ဓာတ်ကြိုးများ	လမ်းတခုခုကို ကျော်၍တည် ဆောက်ခြင်း (ပေ)	လမ်းတခုခုကို ယှဉ်၍တည် ဆောက်ခြင်း (ပေ)	အခြားနေရာများ တွင်တည် ဆောက်ခြင်း (ပေ)
၁	အနိမ့်စားနှင့်အလတ်စား မို့အားဓာတ်ကြိုး	၁၉	၁၈	၁၅
၂	၁၁ ကေဗွီ ဓာတ်ကြိုးများ	၂၀	၁၉	၁၇
၃	၃၃ ကေဗွီ ဓာတ်ကြိုးများ	၂၀	၁၉	၁၈
၄	၆၆ ကေဗွီ ဓာတ်ကြိုးများ	၂၂	၂၀	၁၉
၅	၁၃၂ ကေဗွီ ဓာတ်ကြိုးများ	၂၃	၂၁	၂၀
၆	၂၃၀ ကေဗွီ ဓာတ်ကြိုးများ	၂၅	၂၄	၂၂

ဇယား(၂) ခုတ်တိုင်များမြေဝင်ပြဇယား

ခုတ်တိုင်အရှည် (ပေ)	မြေဝင် (ပေ)	
	သာမန်မြေ	ကျောက်မြေ
၂၈	၅	၃
၃၀	၅	၃.၅
၃၂	၅	၃.၅
၃၄	၅.၅	၄
၄၀	၆	၄
၅၀	၇	၄.၅
၆၀	၇.၅	၅
၇၀	၈	၆

ဇယား(၃) ဝါယာအလေးချိန် နှင့် ဆွဲအားခံနိုင်ရည်ပြဇယား

ဝါယာ	ဝါယာအချင်း	ဝါယာအလေးချိန်ပေါင်		ဆွဲအားခံနိုင်ရည်ပေါင်ချိန်	
		တစ်ပေ	ကိုက် (၁၀၀၀)	အမြင့်ဆုံး၏ ထက်ဝက်	အမြင့်ဆုံး
၁	၂	၃	၄	၅	၆
၁၀	၀.၁၂၈	၀.၀၄၉၇	၁၄၉	၄၀၈	၈၁၆
၉	၀.၁၄၅	၀.၀၆၂၇	၁၈၈	၅၀၈	၁၈၁၆
၈	၀.၁၆၀	၀.၀၇၇၃	၂၃၂	၆၂၀	၁၂၃၉
၇	၀.၁၇၆	၀.၀၉၃၇	၂၈၁	၇၄၀	၁၄၈၀
၆	၀.၁၉၂	၀.၁၁၁၇	၃၃၅	၈၆၇	၁၇၃၅
၅	၀.၂၁၂	၀.၁၃၆၀	၄၀၈	၁၀၄၂	၂၀၈၄
၄	၀.၂၃၂	၀.၁၆၆၃	၄၀၉	၁၂၃၄	၂၄၆၇
၃	၀.၂၅၂	၀.၁၉၂၃	၅၇၇	၁၄၃၅	၂၈၇၁
၂	၀.၂၇၆	၀.၂၃၀၇	၆၉၂	၁၆၉၂	၃၃၈၄
၁	၀.၃၀၀	၀.၂၇၂၃	၈၁၇	၁၉၆၄	၃၉၂၇
၁/၀	၀.၃၂၄	၀.၃၁၇၇	၉၅၃	၂၂၄၉	၄၄၉၇
၂/၀	၀.၃၄၈	၀.၃၆၆၇	၁၁၀၀	၂၅၄၆	၅၀၉၂
၃/၀	၀.၃၇၂	၀.၄၁၉၀	၁၂၅၇	၂၈၄၉	၅၆၉၇
၄/၀	၀.၄၀၀	၀.၄၈၄၃	၁၄၅၃	၃၂၁၆	၆၄၃၂

ဇယား (၄)သံမဏိနန်းကြိုးခံ ဒန်ဝါယာကြိုးများ၏ အလေးချိန်နှင့် ဆွဲအားခံနိုင်ရည်ဇယား

ဝါယာ	ဝါယာအချင်း	ဝါယာအလေးချိန်ပေါင်		ဆွဲအားခံနိုင်ရည်ပေါင်ချိန်	
		တစ်ပေ	ကိုက် (၁၀၀၀)	အမြင့်ဆုံး၏ ထက်ဝက်	အမြင့်ဆုံး
၁	၂	၃	၄	၅	၆
၇/.၀၈၃	၀.၂၄၉	၀.၀၅၆၇	၁၇၀	၈၅၀	၁၇၀၀
၇/.၁၀၂	၀.၃၀၆	၀.၀၈၅၇	၂၅၇	၁၂၅၀	၂၅၀၀
၇/၀၁၃၂	၀.၃၉၆	၀.၁၄၃၇	၄၃၁	၂၀၅၅	၄၁၁၀
၇/.၁၄၄	၀.၄၃၂	၀.၁၇၁၀	၅၁၃	၂၄၃၀	၄၈၀၀
၉/.၁၀၂	၀.၅၁၀	၀.၃၁၁၇	၉၃၅	၅၈၁၀	၁၁၆၂၉
၉/.၁၁၀	၀.၅၅	၀.၃၆၃၃	၁၀၉၀	၆၇၃၅	၁၃၄၇၀
၇/.၀၉၃	၀.၆၅၁	၀.၄၀၆၇	၁၂၂၀	၆၃၆၀	၁၂၇၂၀
၇/.၁၀၂	၀.၇၁၄	၀.၄၉၀	၁၄၇၀	၇၅၈၅	၁၈၁၇၀

ဇယား(၅)ဒေသအလိုက် အမြင့်ဆုံးလေဖိအား သတ်မှတ်ချက်ဇယား

ခရိုင်အမည်	တစ်စတုရန်းပေတွင် လေဖိအားပေါင်ချိန်	တစ်နာရီ လေတိုက်နှုန်းမိုင်
စစ်တွေ	၄၀	၂၅၀
ကျောက်ဖြူ	၄၀	၂၅၀
သံတွဲ	၄၀	၂၅၀
ရခိုင်တောင်တန်းဒေသ	၄၀	၂၅၀
ရန်ကုန်မြို့	၂၀	၁၂၅
ဟံသာဝတီ	၂၀	၁၂၅
ပုသိမ်	၂၀	၁၂၅
ဟင်္သာတ	၂၀	၁၂၅
မြောင်းမြ	၂၀	၁၂၅
မအူပင်	၂၀	၁၂၅
ဖျာပုံ	၂၀	၁၂၅
အင်းစိန်	၁၅	၉၃.၇၉
သာယာဝတီ	၁၅	၉၃.၇၉
ကျန်ခရိုင်များအားလုံး	၁၅	၆၂.၅

* ဇယား (၆)ဓာတ်အားလိုင်းကြိုး အချင်းချင်း ထားရှိသင့်သော အကွာအဝေးပြဇယား

ဗို့အားအဆင့်	ဝါယာအချင်းချင်းအကွာအဝေး
၂၃၀/၄၀၀	၆ လက်မ မှ ၁ ပေ
၃၃၀၀	၂ ပေ မှ ၃ ပေ
၆၆၀၀	၃ ပေ
၁၁၀၀၀	၃ ပေ
၃၃၀၀၀	၆ ပေ
၆၆၀၀၀	၇ ပေ
၁၃၂၀၀၀	၁၂ ပေ
၂၃၀၀၀၀	၂၃ ပေ

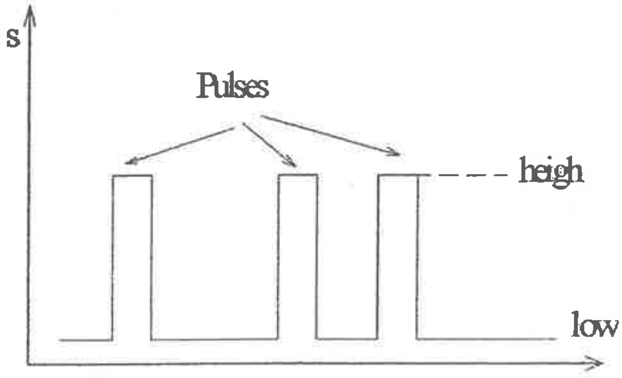
အခန်း(၁၄)

အီလက်ထရွန်းနစ် အခြေခံပတ်လမ်းများ

ဒီဂျစ်တယ် အီလက်ထရွန်းနစ် (Digital electronics)

ဒီဂျစ်တယ် အီလက်ထရွန်းနစ်သည် အခြေအနေနှစ်ရပ်ပေါ် မူတည်၍ ခလုတ်အဖွင့်/အပိတ် ပြုလုပ်ပေးသော ပတ်လမ်းမျိုးဖြစ်သည်။ ယင်းတွင် အချက်ပြများ (Signals) သည် လျှပ်စစ်လှိုင်းပြတ်များ (Electrical Pulses) ဖြစ်ကြပြီး၊ ယင်းတို့ကို Binary Signal များဟု ခေါ်ပြီး ပုံ(၁၄-၁)တွင် ဖော်ပြထားသည်။

ဒီဂျစ်တယ် အီလက်ထရွန်းနစ်တွင် အဝင်နှင့် အထွက်များသည် ဗို့အားအဆင့် နှစ်ခု သာရှိပြီး High “H” နှင့် Low “L” တို့ဖြင့်ဖော်ပြသည်။ “H” သည် ပေးအပ် ဗို့အားနီးပါး (ဥပမာ - 5V) ဖြစ်ပြီး “L” သည် သုညဗို့ နီးပါးဖြစ်သည်။ ယေဘုယျ အား ဖြင့် “H” ကို Logic Level “1” ဖြင့်လည်းကောင်း၊ “L” ကို “0” ဖြင့် လည်းကောင်း ဖော်ပြလေ့ရှိသည်။

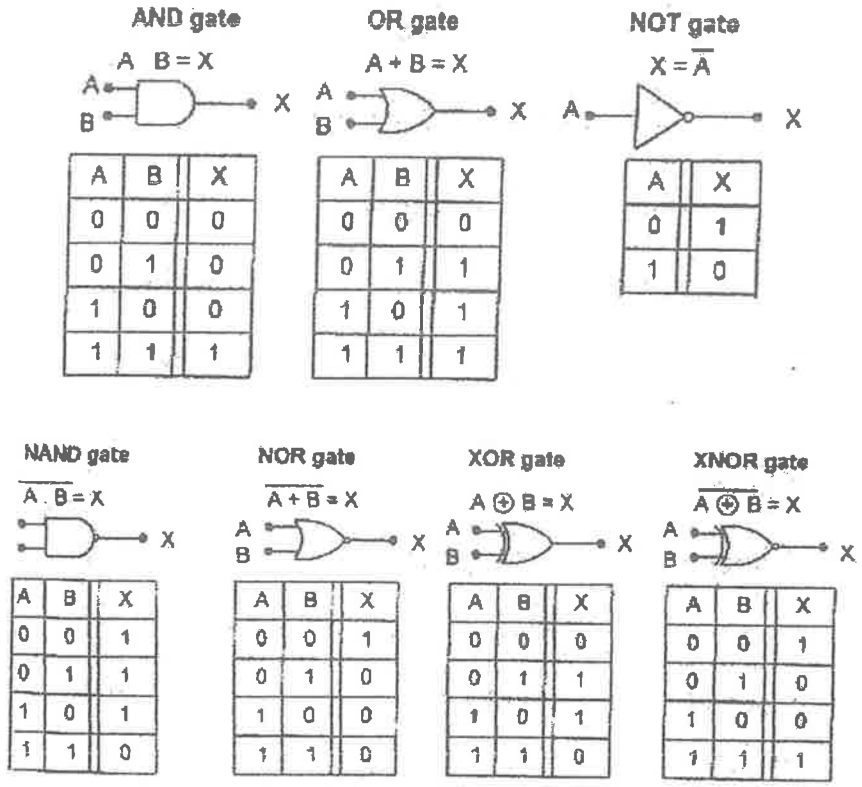


ပုံ(၁၄-၁) Electrical Pulses

ဒီဂျစ်တယ်ပတ်လမ်းတို့ကို အိတ်ဆောင် ဂဏန်းတွက်စက်များ (Pocket) အီလက်ထရွန်းနစ်နာရီများ (Electronics Watches)၊ ဒစ်ဂျစ်တယ် ကွန်ပျူတာများ (Digital Computers)၊ ထိန်းချုပ်စနစ်များ (အဝတ်လျှော်စက်၊ စက်ရုပ်၊ စက်ရုံများရှိ ထုတ်လုပ်မှုနည်းစနစ်များ တယ်လီဖုန်းရုံး၊ တီဗီဂိမ်းကစားနည်းများ၊ ရုပ်ဝေးဆက်သွယ်မှု လုပ်ငန်း များ)တွင် အသုံးပြုသည်။

အီလက်ထရောနစ် လော့ဂျစ်ဂိတ်များ (Electronic Logic Gates)

ဒီဂျစ်တယ် အီလက်ထရောနစ် ပညာကို စတင်လေ့လာသောအခါ အထောက်အကူ ရစေရန် လော့ဂျစ်ဂိတ်များ၏ ပတ်လမ်းသင်္ကေတ နှင့် Truth Table တို့ကို ပုံ(၁၄-၂)တွင် စုစည်းဖော်ပြထားသည်။



AND gate

A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

OR gate

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

NOT gate

A	X
0	1
1	0

NAND gate

A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

NOR gate

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

XOR gate

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

XNOR gate

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

ပုံ(၁၄-၂) Logic gate များကို အကျဉ်းချုပ်ဖော်ပြပုံ

AND- gate

မော်တော်ကားကိုယ်ထည် ပြုလုပ်သည့်စက်ရုံရှိ ဖိနှိပ်စက်တွင် ကိုင်တွယ်မောင်းနှင်သူ၏ လက်များမတော်တဆ ထိခိုက်မိခြင်း မရှိစေရန် လက်ဝဲလက်နှင့် လက်ယာလက် နှစ်ခုစလုံးဖြင့် ခလုတ် A နှင့် B ကို တစ်ပြိုင်တည်းနှိပ်ထား (ON) မှသာလျှင် စက်ကို ဖိနှိပ်ခြင်း အလုပ်လုပ်စေရန် စီမံထားသည်။

OR- gate

အိမ်သုံးအပူပေးစနစ်တွင် ပြင်ပရှိအာရုံခံပစ္စည်း (Sensor) (သို့မဟုတ်) အိမ်ခန်းအတွင်းရှိ သာမိုစတက် (သို့မဟုတ်) နှစ်ခုစလုံးမှ ရရှိသော Signal ပေါ်မူတည်၍ အပူပေးစနစ်အတွင်း စီးနေသောရေ၏အပူချိန်ကို မြင့်တက်ရန် ဆောင်ရွက်နိုင်သည်။

NOT-gate

မော်တော်ယာဉ်အတွင်းရှိ ဘက်ထရီတို့ကို ဒိုင်နမိုမှ အားသွင်းနေစဉ် အားသွင်းအချက်ပြမီး မလင်းချေ။ ဒိုင်နမိုမှ အားမသွင်းတော့သည့်အခါမှသာ အားသွင်းအချက်ပြမီး လင်းလေသည်။

ကြီးမားသော Logic System များတွင် Gate အရေအတွက်များစွာကို ဆက်၍ သုံးရသဖြင့် Binary Signal တို့၏ ဗို့အားကျဆင်းလာသည်။ ဤသို့ ဗို့အားကျဆင်းပြီး အမှားမဖြစ်ပေါ်စေရန် ထရန်စစ္စတာဖြင့် ဗို့အားချဲ့ပေးသည်။

ထရန်စစ္စတာသည် ရရှိသော Signal ကို NOT-gate ကဲ့သို့ ပြောင်းပြန် Signal ဖြစ်စေပြီး OR gate ၏ Output ကို ထရန်စစ္စတာဖြင့် ချဲ့ပေးပါက NOR gate အဖြစ်သို့လည်းကောင်း၊ AND gate ၏ Output ကို ထရန်စစ္စတာဖြင့် ချဲ့ပေးပါက NAND gate အဖြစ် ပြောင်းလဲစေသည်။

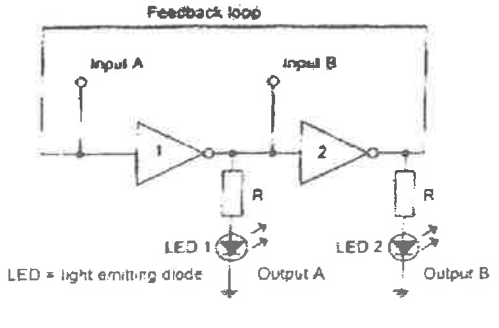
ဒီဂျစ်တယ် အီလက်ထရွန်းနစ်တွင် အခြေခံလော့ဂျစ်ဖြစ်သော AND, OR, NOT စသည်တို့အပြင် Bistable Flip - flop, Monostable Flip - flop နှင့် Astable Flip – flop တို့ကိုလည်း အသုံးပြုကြသည်။ ထောင့်မှန်စတုဂံပုံလှိုင်းပြတ်များ ထုတ်ပေးသော ပတ်လမ်းတည်ဆောက်ခြင်းကို Flip - flop (သို့မဟုတ်) Flip - flop stage ဟုခေါ်ပြီး Power Electronic တွင် အစီအစဉ်ထိန်းချုပ်သည့် ဆောင်ရွက်ချက်များတွင် အသုံးပြုသည်။

The Bistable Flip - flop

Bistable Flip - flop ဆိုသည်မှာ အထွက်တွင် တည်ငြိမ်ခြေနှစ်ခုရှိသော ပတ်လမ်းမျိုးကို ခေါ်သည်။ ထိုတည်ငြိမ်ခြေနှစ်ခုမှာ လော့ဂျစ်အခြေ (1) (သို့မဟုတ်) လော့ဂျစ်အခြေ (0) တို့ဖြစ်ကြသည်။ ထို့ပြင် အဝင်တို့မှ ဆုံးဖြတ်ခဲ့သော အခြေအနေအတိုင်း အထွက်တို့သည် သက်ဆိုင်ရာအဝင်ကိုဖယ်ပစ်သည့်တိုင် ဆက်လက်တည်ရှိသည်။ တစ်နည်း Bistable Flip - flop သည် အဝင်၏ အခြေအနေကို သိုလှောင်ထားနိုင် သဖြင့် Counters, Shift Registers နှင့် Memory (မှတ်ဉာဏ်) ရှိသော ပတ်လမ်းမျိုးတွင် အသုံးပြုကြသည်။

Bistable Flip-flop အမျိုးအစားများမှာ RS Flip-flop, Clocked D-type Flip-flop, J-K Flip-flop နှင့် Schmilt trigger တို့ ဖြစ်ကြသည်။

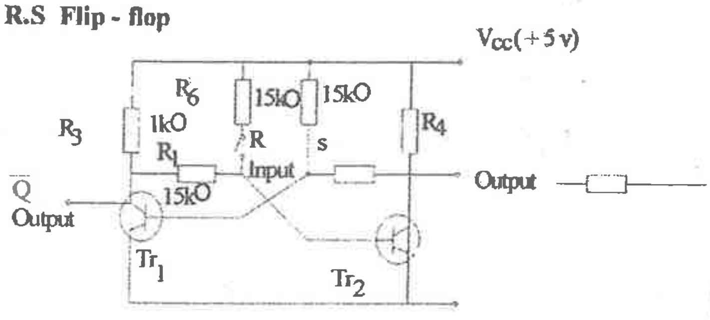
A Bistable Circuit Using NOT (Inverter) Gates



ပုံ(၁၄-၃) NOT gate bistable circuit များကို အကျဉ်းချုပ်ဖော်ပြပုံ

ပုံ (၁၄-၃) တွင် Inverter နှစ်လုံးကို အသုံးပြု၍ Bistable Circuit တစ်ခုတည်ဆောက်ထား သည်။ ရှေးဦးစွာ အဝင်ငုတ် A တွင် လော့ဂျစ်အခြေ (1) ကို ပေးပြီး အဝင်ငုတ် B တွင် လော့ဂျစ် အခြေ (0)ကို ပေးလျှင် ပထမအင်ဗာတာအထွက်တွင် လော့ဂျစ်အခြေ (0) ဖြစ်ပေါ်ပြီး၊ ဒုတိယ အင်ဗာတာ၏ အထွက်တွင် လော့ဂျစ်အခြေ (1) ဖြစ်ပေါ်သောကြောင့် LED 1 မီးလုံးမှိတ်ပြီး၊ LED

2 မီးလုံးလင်းနေမည်။ အထွက်ပိုင်းနှင့် အဝင်ပိုင်းဆက်ထားသော ပြန်ကျွေးမှုပတ်လမ်း (Feedback Loop) ကြောင့် မူလအဝင်ဒုတ် A တွင် ပေးထားသော အဝင်လော့ဂျစ်အခြေ (1) ကို ဖယ်ရှားပစ်လိုက်လျှင် LED 1 မီးလုံးမှိတ်မြဲ မှိတ်ပြီး၊ LED 2 မီးလုံး အမြဲလင်းနေမည်။ ဤအချက်ကြောင့် ယင်းပတ်လမ်းတွင် သတင်းအချက်အလက်များ ထိန်းသိမ်းနိုင်မှုမှတ်ဉာဏ် (Memory) ရှိသည်ကို တွေ့ရသည်။ အထွက်ဒုတ်နှစ်ခုသည် အစဉ်အမြဲ လော့ဂျစ်အခြေများ ဆန့်ကျင်လျက် တည်ငြိမ်စွာ တည်ရှိသဖြင့် Bistable Circuit ဟု ခေါ်သည်။



State	R	S	Q	Q
Set	0	1	1	0
	0	0	1	0
Reset	1	0	0	1
	0	0	0	1
Indeter menate	1	1	0	0
	0	0		

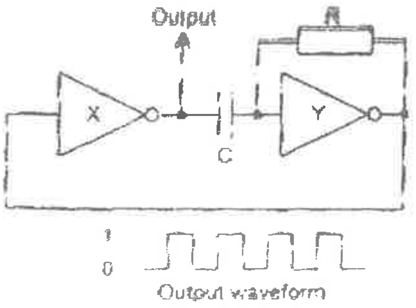
ပုံ(၁၄-၄) RS Flit-flop ပတ်လမ်းသင်္ကေတနှင့် Truth Table

ပုံ(၁၄-၄)တွင် ထရန်စစ္စတာဖြင့် တည်ဆောက်ထားသော RS Flip-flop ပတ်လမ်းနှင့် Truth Table တို့ကို ဖော်ပြထားသည်။ Truth Table အရ RS Flip-flop တွင် Set State, Reset State နှင့် Indeterminate State အခြေအနေသုံးရပ်ကို တွေ့ရှိနိုင်သည်။

An Astable Circuit

Astable Circuit ဆိုသည်မှာ အထွက်တွင် တည်ငြိမ်ခြေမရှိသော ပတ်လမ်းကို ခေါ်သည်။ ပတ်လမ်းကို ပေးထားသော ပါဝါဆပ်ပလိုင်းကို “On” လိုက်စဉ် အထွက်ဒုတ် တွင် လော့ဂျစ်အခြေ (0) နှင့် (1) တို့ တစ်လှည့်စီ အဆက်မပြတ် ထွက်ပေါ်လာသည်။ “Off” လိုက်မှသာ ရပ်သွားသည်။ ထို့ကြောင့် Astable Circuit ကို ခုန်လှိုင်းထုတ်ပတ်လမ်း (Pulse Generator) အဖြစ် ဒီဂျစ်တယ် အီလက်ထရွန်းနစ်တွင် အသုံးပြုလေ့ရှိသည်။

An Astable Circuit Using Inverter Gates



ပုံ(၁၄-၅) An Astable Circuit Using Inverter

Inverter နှစ်လုံးဖြင့် တည်ဆောက်ထားသော Astable Circuit ပုံကို ပုံ(၁၄-၅)တွင် ဖော်ပြထားသည်။ ရှေးဦးစွာ ပတ်လမ်း၏အထွက်တွင် လော့ဂျစ်အခြေ (0) ရှိလျှင် အင်ဗာတာ X ၏ အဝင်လော့ဂျစ်အခြေ (1) ဖြစ်ရမည်။ တစ်ဆက်တည်း အင်ဗာတာ Y ၏ လော့ဂျစ်အခြေ (1) ဖြစ်သောကြောင့် ယင်း၏အဝင်သည် လော့ဂျစ်အခြေ (0) ဖြစ်မည်။ ထိုအခါ ကပယ်စီတာ C ၏ အစွန်းနှစ်ဖက်ကြားတွင် ပိုတင်ရှယ်ခြားနားခြင်း ဖြစ်ပေါ်လာပြီး R မှတဆင့် လျှပ်စစ်ဓာတ် သွင်းယူမည်။ C တွင် ဗို့အားတိုးလာသည် နှင့်အမျှ Y ၏ အဝင်တွင် ဗို့အားမြင့်အခြေသို့ တဖြည်းဖြည်းတက်လာပြီး တန်ဖိုးတစ်ခုတွင် လော့ဂျစ်အခြေ (1) သို့ ရောက်ရှိသောအခါ Y ၏ အထွက်တွင် လော့ဂျစ်အခြေ (0) ဖြစ်သွားပြီး X ၏ အထွက်တွင် (0) မှ (1) သို့ လော့ဂျစ်အခြေ ပြောင်းလဲသွားမည်။

ဆက်၍ Y ၏ အဝင်တွင် ဗို့အားအနိမ့်အခြေ ရောက်သည့်တိုင် C သည် R မှတဆင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်ထုတ်လွှတ်ကာ နောက်တစ်ကြိမ်လုပ်ငန်းတစ်ပတ် ပြန်စမည်။ ဤသို့ ပတ်လမ်းအထွက်တွင် လော့ဂျစ်အခြေ (0) နှင့် (1) အကြား အပြန်ပြန်အလှန်လှန် ပြောင်းလဲနေသောကြောင့် ခုန်လှိုင်းထုတ် ပတ်လမ်းတစ်ခုကဲ့သို့ ပြုမူနေသည်။

A Monostable Circuit

Monostable Circuit သည် အထွက်တွင် တည်ငြိမ်ခြေတစ်ခု နှင့် မတည်ငြိမ်ခြေ တစ်ခု ရှိသော ပတ်လမ်းဖြစ်သည်။ ပုံမှန်အားဖြင့် တည်ငြိမ်ခြေတွင် ရှိနေပြီး၊ ပြင်ပမှ Trigger Pulse ပေးထားခြင်းဖြင့် မတည်ငြိမ်သော အခြေသို့ ခေတ္တပြောင်းလဲတည်ရှိကာ အချိန်တစ်ချိန်ကြာလျှင် တည်ငြိမ်သော အခြေသို့ ပြန်လည်ပြောင်းလဲသွားသည်။

Unipolor Junction Transistor (UJT)

ထရန်စစ္စတာများကို အခြေခံဖွဲ့စည်းတည်ဆောက်မှုအပေါ် မူတည်၍ ယူနီပိုလာဂျန်း ရှင်း ထရန်စစ္စတာ Unipolor Junction Transistor (UJT)(သို့မဟုတ်) စက်ကွင်းအကျိုး ထရန်စစ္စတာ (Field Effect Transistor, FET) နှင့် ဘိုင်ပိုလာဂျန်းရှင်း ထရန်စစ္စတာ (Bipolor Junction Transistor, BJT) ဟူ၍ နှစ်မျိုး ရှိသည်။ ယူနီပိုလာ ထရန်စစ္စတာတွင် လျှပ်စစ်အဖိုဓာတ်ဆောင်သော (holes)ချည်း သက်သက်ကြောင့်သော်လည်းကောင်း၊ လျှပ်စစ်အမဓာတ်ဆောင်သော အီလက်ထရွန်းများ (electron) ချည်း သက်သက်ကြောင့်သော်လည်းကောင်း၊ လျှပ်စစ်ကြောင်း စီးဆင်းမှုဖြစ်ပေါ်စေပြီး၊ ဘိုင်ပိုလာဂျန်းရှင်း ထရန်စစ္စတာမှာမူ holes များနှင့် အီလက်ထရွန်းများ နှစ်မျိုးစလုံးပါဝင်သည့် လျှပ်စီးကြောင်းစီးဆင်းမှုကို ဖြစ်ပေါ်စေသည်။

စက်ကွင်းအကျိုး ထရန်စစ္စတာ (Field Effect Transistor, FET)

ထရန်စစ္စတာနောက်တစ်မျိုးမှာ အပေါင်း (သို့မဟုတ်) အနုတ် လျှပ်စစ်သယ်ဆောင်မှု တစ်မျိုးတည်းပါဝင်ပြီး လျှပ်စစ်စက်ကွင်းဖြင့် လျှပ်စီးမှုကို ထိန်းချုပ်နိုင်သော စက်ကွင်းအကျိုး ထရန်စစ္စတာများ (Field Effect Transistor) ကို အတိုကောက် FET ဟု ခေါ်သည်။

FET များသည် BJT များနှင့် နှိုင်းယှဉ်လျှင် အားသာချက်များ (advantages)

- အဝင်ခုခံမှုအလွန်ကြီးခြင်း၊
- အဝင်ဗို့အား ပမာဏကြီးကြီး အသွင်းခံနိုင်ခြင်း၊
- အပူချိန်ပြောင်းလဲမှုကြောင့် လုပ်ငန်းစဉ် ထိခိုက်မှု မရှိခြင်း၊
- X ရောင်ခြည်၊ ကော့စမစ်ရောင်ခြည်၊ ဖြာထွက်မှုများကြောင့် လုပ်ငန်းစဉ် ထိခိုက်မှု မရှိခြင်း၊
- ချဲ့စက်အဖြစ် အသုံးပြုသည့်အခါ ဆူညံသံ (noise) နည်းပါးခြင်း၊
- ကြိမ်နှုန်းခွင် (Band Width) ကျယ်ကျယ် အသုံးပြုနိုင်ခြင်း တို့ဖြစ်သည်။

FET များသည် BJT များ နှင့် နှိုင်းယှဉ်လျှင် အားနည်းချက် (disadvantages)

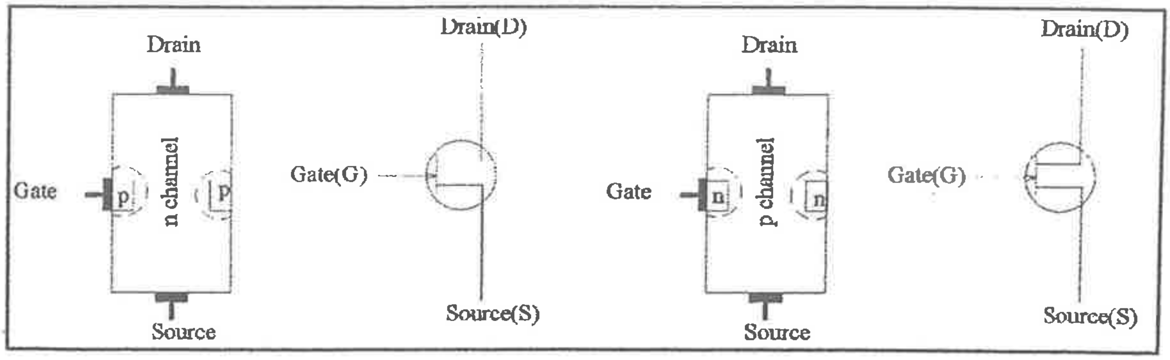
- တိုးပွားဆနည်းပါးခြင်း (Dower gain)
- အလုပ်လုပ်နိုင်မှုနှေးကွေးခြင်း (Slower speed)
- တည်ငြိမ်လျှပ်စစ်ထုတ်လွှတ်မှု (Electrostatic discharge) ဒဏ်မခံနိုင်ခြင်းတို့ဖြစ်သည်။

လုပ်ငန်းစဉ်အရ နှိုင်းယှဉ်သော် BJT များသည် လျှပ်စီးဖြင့် အလုပ်လုပ်သော ကိရိယာများ (Current-Controlled Devices) ဖြစ်ကြသည်။ ဘေ့စ်လျှပ်စီးက ကော်လက်တာလျှပ်စီးကို ထိန်းပေးသည်။ FET များတွင် ဂိတ် (gate) နှင့် ဆို့စ် (source) တို့အကြားရှိ ဗို့အားက ထရန်စစ္စတာအတွင်း ဖြတ်စီးသော လျှပ်စီးကို ထိန်းပေးသည်။ ထို့ကြောင့် FET များသည် ဗို့အားဖြင့် အလုပ်လုပ်သောကိရိယာများ (Voltage Controlled Devices) ဖြစ်ကြသည်။

FET အမျိုးအစားများ

FET ကို အဓိကအားဖြင့် အဆက်စက်ကွင်းအကျိုး ထရန်စစ္စတာ (Junction-field-effect Transistor) J-FET နှင့် လျှပ်ကာဂိတ်စက်ကွင်း အကျိုးထရန်စစ္စတာ (Insulated-gate field-effect Transistor) IG-FET (or) Metal Oxide Semiconductor FET (MOSFET) တို့ဖြစ်ကြသည်။

အဆက်စက်ကွင်း အကျိုးထရန်စစ္စတာ (Junction-field-effect Transistor JFET)



ပုံ(၁၄-၆) JFET အခြေခံတည်ဆောက်ပုံ(၂)မျိုး

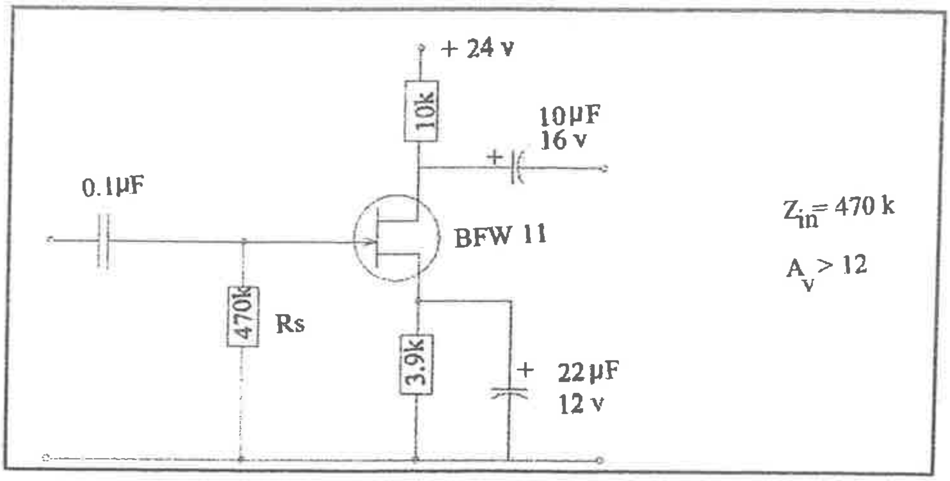
JFET မှာ တည်ဆောက်ပုံအရ "n" ချယ်နယ် JFET နှင့် "p" ချယ်နယ် JFET (၂)မျိုး ခွဲနိုင်သည်။ FET ထရန်စစ္စတာ တစ်ခုတွင် ဂိတ် (gate)၊ ဆို့စ် (Source) နှင့် ဒရိန်း (Drain) ဟူ၍ အခြေခံအစိတ်အပိုင်း (၃)ခု ပါရှိသည်။ ဆို့စ်နှင့် ဒရိန်းအကြားစီးဆင်းမည့် ချယ်နယ်လျှပ်စီး (Channel Current) ကို ဂိတ်ရှိ ဗို့အားဖြင့် ထိန်းကြောင်းသည်။ ဂိတ်နှင့် အခြားအစိတ်အပိုင်းများ ကြားတွင် လျှပ်စစ်ဆက်သွယ်မှု မရှိသောကြောင့် ဂိတ်ပတ်လမ်းတွင် လျှပ်စီးစီးနိုင်မှုမရှိဘဲ အဝင် အင်ပီဒင့် (input impendence) မြင့်မားသည်။ ပုံ(၁၄-၆) သည် "n" ချယ်နယ် JFET နှင့် "p" ချယ်နယ် JFET တို့၏ တည်ဆောက်ပုံနှင့် သင်္ကေတတို့ကို ဖော်ပြထားသည်။

FET ကို ချဲ့စက်အဖြစ် အသုံးပြုခြင်း

ထရန်စစ္စတာ ပရီအမ်ပလီဖာယာပတ်လမ်း (Pre amplifier circuit Using Transistors)

ဗို့အား ပင်ရင်းမှ ထုတ်ပေးသော အလွန်သေးငယ်သည့် (0.5 mV-100mV) ပမာဏ ရှိသည့် အချက်ပြကို ပါဝါချဲ့စက်သို့ မထည့်သွင်းမီ (350mV-1V) ပမာဏရှိသည့် အချက်ပြအဆင့်သို့ ရောက်အောင် ကြိုချဲ့ပေးနိုင်သော ပတ်လမ်းမျိုးကို ခေါ်သည်။ ထရန်စစ္စတာ သုံး ပရီအမ်ပလီဖာယာ ပတ်လမ်းပေါင်းများစွာ ရှိသည့်အနက် ဗို့အားနိမ့် အချက်ပြများ ချဲ့ရန်အတွက် FET များသည် အလွန်ရေပန်းစားသည်။ FET များသည် အဝင်ဟန့်တားမှုကြီးမားခြင်း၊ ဆူညံသံနိမ့်ခြင်း စသည့် ဂုဏ်သတ္တိများကြောင့် FET များကို အထွက်ဟန့်တားမှု အလွန်ကြီးမားသော Ceramic pick up ကဲ့သို့ (Transducer) မျိုးမှ အချက်ပြကို ရယူရန် အသုံးပြုလေ့ရှိသည်။

ပုံ (၁၄-၇)သည် ထိုပတ်လမ်းမျိုးဖြစ်ပြီး အဝင်ဟန့်တားမှုသည် Rg=470 kΩ ဖြစ်ပြီး သင့်တင့်သော ဗို့အားချဲ့ကိန်းကို ရရှိနိုင်သည်။

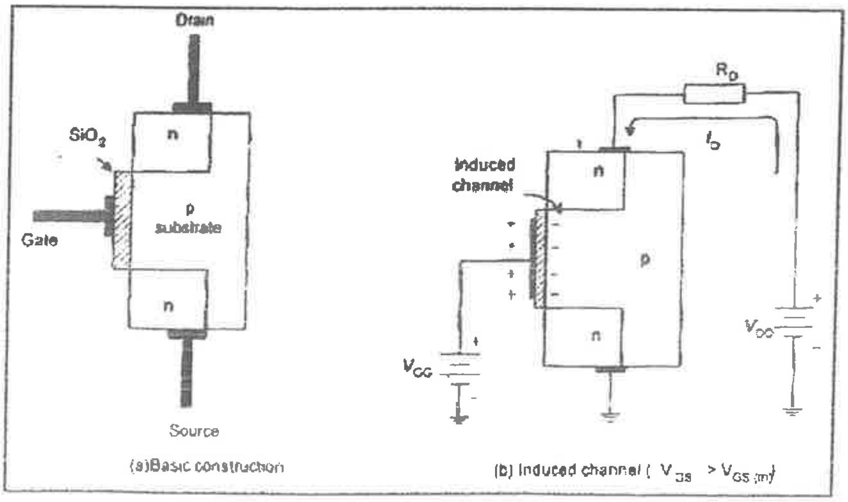


ပုံ(၁၄-၇) For Ceramic Pick - up

လျှပ်ကာဂိတ်စက်ကွင်း အကျိုးထရန်စစ္စတာ (IG-FET or MOS-FET)

MOS-FET သည် ဒုတိယအမျိုးအစား FET များ ဖြစ်ကြသည်။ ယင်းတွင် J-FET ကဲ့သို့ "pin" ဆုံဆက်များ မရှိကြချေ။ ဂိတ်နှင့် ချယ်နယ်ကို စီလီကွန်ဒိုင်အောက်ဆိုဒ် (SiO_2) အလွှာတစ်ခုဖြင့် ခွဲခြားထားခြင်း (isolation) ပင်ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် ယင်းတို့ကို Isolated-Gate FET (IG-FET) ဟုလည်း ခေါ်သည်။

ယေဘုယျအားဖြင့် MOS-FET များသည် တန်ဖိုးမြှင့်အမျိုးအစား (Enhancement Type) နှင့် ကုန်ခမ်းအမျိုးအစား (depletion-type) ဟူ၍ နှစ်မျိုးခွဲခြား နိုင်သည်။ ဆို့စ်-ဒရိန်း ချယ်နယ်သည် ဂိတ်ဘက်လိုက်ဗို့အား သုညတွင် လျှပ်စီးမှုပြုနိုင်လျှင် ၎င်း FET ကို ကုန်ခမ်း အမျိုးအစားဟု ခေါ်သည်။ တန်ဖိုးမြှင့်အမျိုးအစား FET များသည် ဂိတ်တွင် ဗို့အားမရှိသောအခါ အလုပ်မလုပ်ဘဲ ဂိတ်သို့ ရှေ့ညွှန်းဘက်လိုက် ဗို့အားပေးမှသာ ဆို့စ်နှင့်ဒရိန်းချယ်နယ်တွင် လျှပ်စီး စီးဆင်းမည်။ ပုံ(၁၄-၈)သည် "n" ချယ်နယ် E-MOSFET တည်ဆောက်ပုံကို ဖော်ပြထားသည်။

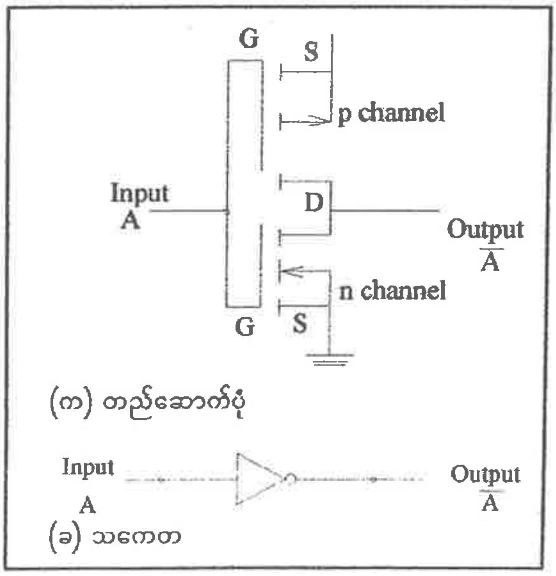


ပုံ(၁၄-၈) 'n' Channel E-MOSFET တည်ဆောက်ပုံနှင့် အလုပ်လုပ်ပုံ

(Complementary MOS IC) CMOS IC

စီမော့စ်အိုင်စီများကို တန်ဖိုးမြှင့်အမျိုးအစား ထရန်စစ္စတာဖြင့် တည်ဆောက်ထားသည်။ ပုံ(၁၄-၉)တွင် Complementary Enhancement အမျိုးအစား မော့စ်ထရန်စစ္စတာများကို ဖော်ပြထားသည်။ “n” Channel ထရန်စစ္စတာဂိတ်သို့ အပေါင်းဗို့အား သက်ရောက်လျှင် ဆို့စ်-ဒရိန်းချယ်နယ်တွင် လျှပ်စီးစီးမည်ဖြစ်ပြီး၊ “p” ချယ်နယ်ထရန်စစ္စတာများ၏ ဂိတ်သို့ အနှုတ်ဗို့အား သက်ရောက်လျှင် ဆို့စ်-ဒရိန်းချယ်နယ်တွင် လျှပ်စစ်စီးမည်။ ထို့ကြောင့် ထရန်စစ္စတာ(၂)မျိုးသည် တစ်ခုနှင့်တစ်ခုဖြည့်ဖက် (Complementary) ဖြစ်သည်။ “n” ချယ်နယ်၊ “p” ချယ်နယ် Complementary Transistor စုံတွဲများကို အသုံးပြု၍ CMOS IC များကို တည်ဆောက်ထားသည်။

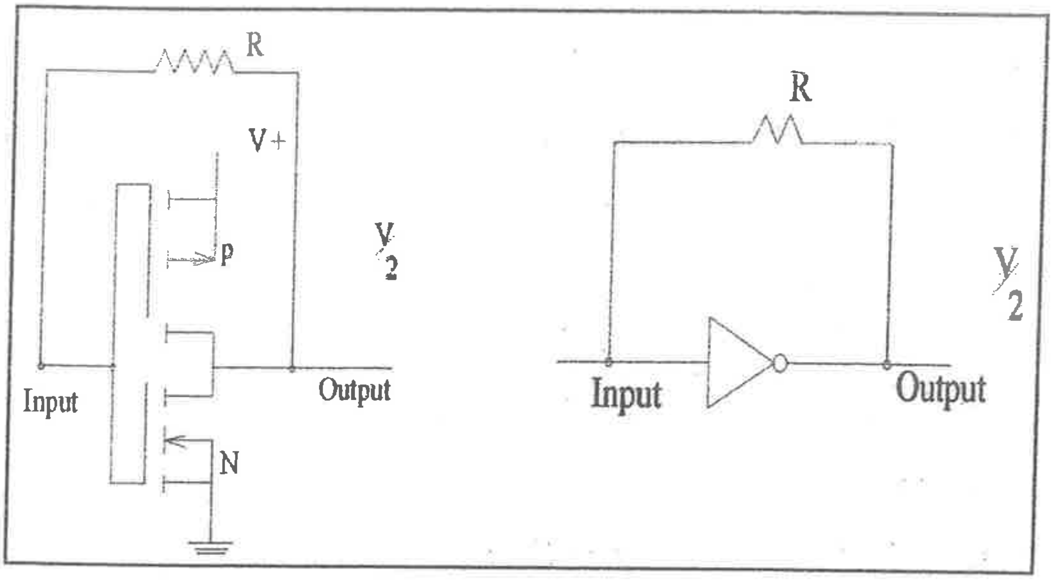
Complementary MOS IC) CMOS IC



ပုံ(၁၄-၉) CMOS Inverter

Linear Amplifier

ပါဝါဆပ်ပလိုင်းဗို့အား၏ တစ်ဝက်ခန့်ရှိသော ဒီစီဘက်လိုက်ဗို့အား (debias) ကို ဂိတ်သို့ ပေးသွင်းခြင်းဖြင့် ထရန်စစ္စတာ (၂)လုံးစလုံးကို တပြိုင်နက်လျှပ်ကူးစေနိုင်သည်။ အလွယ်ကူဆုံး ဘက်လိုက်ဗို့အားပေးသည့်နည်းမှာ **ပုံ(၁၄-၁၀)** တွင် ပြထားသည့်အတိုင်း အနှုတ်ပြန်ကျွေး (Negative Feedback) ပြုလုပ်ခြင်းဖြစ်သည်။ အထွက်ဗို့အားသည် ထရန်စစ္စတာ (၂) ခုစလုံး လျှပ်ကူးသည့်အမှတ်တွင် တည်ငြိမ်နေလိမ့်မည်။ ယင်းကဲ့သို့ ပြုလုပ်ထားသောအင်ဗာတာသည် Liner Amplifier ကဲ့သို့ ပြုမူပြီး လက်တွေ့အသုံးချနိုင်သည်။ ဂိတ်သည် လျှပ်စီးသုံးစွဲမှု မရှိသောကြောင့် အနှုတ်ပြန်ကျွေး Resistor R ကို 20 MΩ ထိ တန်ဘိုးတစ်ခုခု တပ်ဆင်နိုင်သည်။



ပုံ(၁၄-၁၀) CMOS Inverter as a linear amplifier

သတိပြုရန်အချက်

(က) CMOS IC များသည် တည်ငြိမ်လျှပ်စစ် (static charge) ကြောင့် အလွယ်တကူ ပျက်စီးသွားနိုင်သည်။

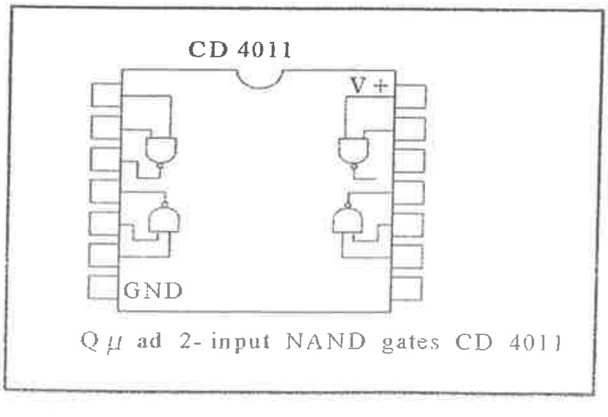
(ခ) အိုင်စီများ၏ငုတ်များကို ရှော့ (Short) လုပ်ထားသော packing ထဲတွင် ထားရမည်။

(ဂ) အိုင်စီများကို ပတ်လမ်းတွင် တပ်ဆင်အသုံးပြုသောအခါ အိုင်စီဆော့ကတ် (IC Socket) များကို အသုံးပြုသင့်သည်။

(ဃ) အိုင်စီများကို ခဲဆော်လျှင် ဂေါက်၏ ဘော်ဒီကို အပ်ချထားရမည်။

(င) CMOS IC များသည် ပါဝါဆပ်ပလိုင်း မို့အား အပေါင်း/အနှုတ် မှားပေးမိခြင်း ကြောင့် အလွယ်တကူ ပျက်စီးတတ်၍ တပ်ဆင်ရာတွင် အထူးဂရုပြုရမည်။

CMOS IC CD 40 11 AE



ပုံ(၁၄-၁၁) CD 40 11 (၄) လုံးပါ CMOS

ပုံ (၁၄-၁၁) သည် စီမော့စ် 40 11 IC ၏ အတွင်းပတ်လမ်းတွင် အဝင်ငုတ်(၂)ငုတ်ပါရှိသော NAND gate (၄)လုံး ပါဝင်သည့် ပုံဖြစ်သည်။ ဂိတ်များ၏ ပါဝါဆပ်ပလိုင်းမှာ ဘုံဖြစ်သည်။ 40 11 IC သည် + 3V မှ +15V အကြား အလုပ်လုပ်နိုင်ပြီး standard dual in line package အတွင်း

ထည့်သွင်းတည်ဆောက်ထားသည်။ NAND gate များကို ပြိုင်ဆက်ဆက်ခြင်းဖြင့် အထွက်လျှပ်စီး Output Current ကို ပိုမိုရရှိနိုင်သည်။ အထွက်လျှပ်စီးသည် ပြိုင်ဆက်ဆက်ထားသော NAND gate များ၏ အရေအတွက်နှင့် တိုက်ရိုက်အချိုးကျသည်။ စီမော့စ်အိုင်စီ CD 40 11 AE ကို Oscillator, Monostable, Flip-flop, Schmitt Trigger နှင့် Linear Amplifier များတွင် လက်တွေ့အသုံးပြုသည်။

အိုင်စီပတ်လမ်းများ

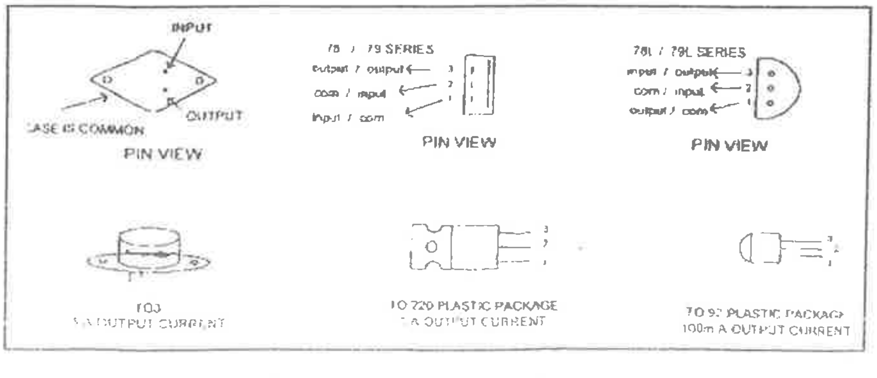
(ငုတ်သုံးငုတ်သာပါဝင်သော အိုင်စီဗို့အားထိန်းပတ်လမ်းများ) Three Terminal IC Voltage Regulator

ယခုခေတ်တွင် အိုင်စီဗို့အားထိန်းပတ်လမ်းများကို တည်ဆောက်မှု လွယ်ကူခြင်း၊ အရည်အချင်း ပိုမိုကောင်းမွန်ခြင်း၊ နေရာယူမှုကျဉ်းခြင်း၊ လျှပ်စီးကြောင်း အဆွဲလွန်ခြင်းနှင့် အပူချိန်မြင့်တက်လာခြင်းတို့အတွက် အလိုအလျောက် ကာကွယ်နိုင်ခြင်းစသည့် အရည်အချင်းများကြောင့် အသုံးများလာကြသည်။ အဝင် (Input) ၊ အထွက် (Output) နှင့် မြေစိုက် (common) ဟူ၍ ငုတ်သုံးချောင်းသာပါသော အိုင်စီဗို့အားထိန်းပတ်လမ်းများတွင် ဇီနာဒိုင်အုတ်၊ အထိန်းထရန်စစ္စတာ၊ လျှပ်စီးလွန်ကန့်သတ်ပတ်လမ်းစသည်တို့ကို ပေါင်းစပ်ပတ်လမ်း (အိုင်စီ) အတွင်း တခါတည်းထည့်သွင်းတည်ဆောက်ထားသည်။

အဓိက ငုတ်သုံးချောင်းသာပါသော အိုင်စီဗို့အားထိန်း ပတ်လမ်းများကို 78 xx Series နှင့် 79 xx Series ဟူ၍ နှစ်မျိုးတွေ့နိုင်သည်။ 78 xx Series သည် အပေါင်း ဗို့အားများ အတွက်ဖြစ်ပြီး 79 xx Series သည် အနှုတ်ဗို့အားများအတွက် ဖြစ်သည်။ နောက်ဆုံးဂဏန်းနှစ်လုံးသည် ထုတ်ပေးသည့် ကိန်းသေဗို့အား တန်ဖိုးကို ပြသည်။

ဥပမာ-7805 သည် ကိန်းသေ အပေါင်းဗို့အား + 5 V ကို ထုတ်ပေးနိုင်သော အိုင်စီဖြစ်ပြီး 7905 သည် ကိန်းသေအနှုတ်ဗို့အား -5V ကို ထုတ်ပေးနိုင်သော အိုင်စီဖြစ်သည်။ ဈေးကွက်တွင် အပေါင်း/အနုတ် 5 V, 6 V, 8 V, 9 V, 12 V, 15 V, 18 V, 24 V ကိန်းသေ ဗို့အားထုတ်ပေးနိုင်သော အိုင်စီနံပါတ်များကို ဈေးကွက်တွင် တွေ့နိုင်သည်။

အသုံးများသော အရွယ်အစားပုံသဏ္ဌာန်နှင့် ခြေထောက်ငုတ်နံပါတ် အနေအထားတို့ကို အောက်ပါပုံ(၁၄-၁၂)တွင် ဖော်ပြထားသည်။

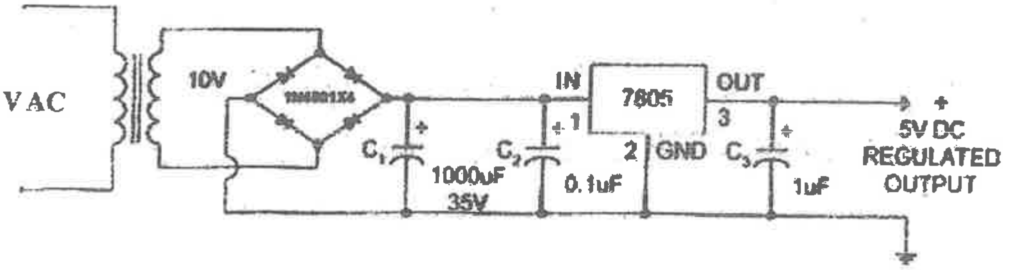


ပုံ(၁၄-၁၂) ဗို့အားထိန်းအိုင်စီများ၏ ငုတ်အနေအထားပြပုံ

Three Terminal Fixed Voltage IC Regulator Circuit

(ငုတ်သုံးငုတ်သာ ပါဝင်သော ကိန်းသေဗို့အား အိုင်စီဗို့အားထိန်း ပတ်လမ်းများ)

ဒီဂျစ်တယ်အီလက်ထရွန်းနစ် ပတ်လမ်းများအနက် TTL ပတ်လမ်းများတွင် အသုံး ပြုသော ပါဝါဆပ်ပလိုင်းဗို့အားသည် ကိန်းသေတန်ဖိုး +5V ဖြစ်ရန် လိုသည်။ ထို ဆပ်ပလိုင်းဗို့အား အတွက် 7805 ဗို့အားထိန်းအိုင်စီပါဝင်သော ပတ်လမ်းကို တည်ဆောက်အသုံးပြုကြရသည်။ အလားတူ CMOS ပတ်လမ်းနှင့် OP AMP ပတ်လမ်းများအတွက် 7812 ကို သုံးထားသော +12V ထုတ်ပေး နိုင်သော ဗို့အားထိန်းပတ်လမ်းနှင့် 7815, 7915 တို့ကို သုံးထားသော +15 V ဗို့အားထိန်း ပတ်လမ်းများကို အသုံးပြုကြသည်။ ပုံ(၁၄-၁၃) သည် ကိန်းသေဗို့အား +5V ထုတ်ပေးသော အိုင်စီဗို့အားထိန်းပတ်လမ်းဖြစ်သည်။

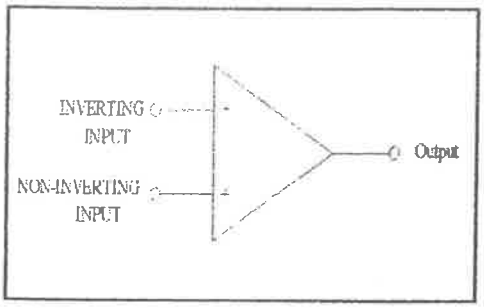


ပုံ(၁၄-၁၃) +5V ကိန်းသေဗို့အားထုတ်ပေးသောအိုင်စီဗို့အားထိန်းပတ်လမ်း

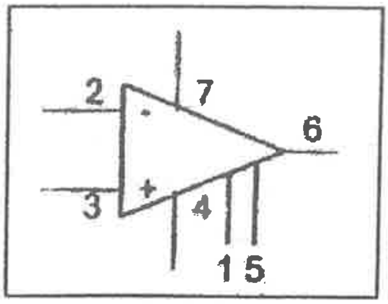
Operation Amplifier Circuits Op-Amp ပတ်လမ်းများ

အိုင်စီ (IC) သည် စုပေါင်းပတ်လမ်း (Integrated Circuit) ဟုခေါ်ဆိုပြီး ထရန် စစ္စတာ၊ ကပယ်စီတာ၊ ဒိုင်အုတ်စသည့် အီလက်ထရွန်းနစ်ဆိုင်ရာ အစိတ်အပိုင်းမြောက်များစွာကို အသေးဆုံး ဖြစ်အောင်စီမံ၍ အတွင်း၌ အသုံးပြုပတ်လမ်းတစ်ခုအဖြစ်ဆက်သွယ်ထားပြီး အပေါ်မှ ပလပ်စတစ်၊ ကြွေစသည့် အကာအကွယ်ပစ္စည်း ဖုံးအုပ်ကာပြင်ပနှင့် အဆက်အသွယ်ပြုနိုင်ရန်ငုတ်များ တပ်ဆင် ထားသည့်ပစ္စည်းဖြစ်သည်။ Analog IC နှင့် Digital IC ဟူ၍ အိုင်စီနှစ်မျိုးရှိရာ Op-Amp အိုင်စီ သည် Analog အမျိုးအစားတွင် ပါဝင်ပြီး အလွန်အသုံးများသော ပစ္စည်းတစ်ခုဖြစ်သည်။

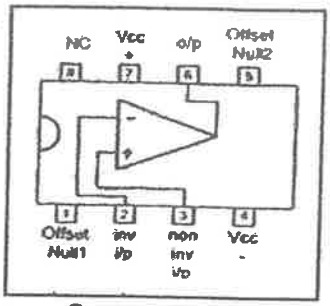
ပြင်ပဈေးကွက်တွင် အသုံးများသော Op-Amp အိုင်စီသည် 741 အမျိုးအစား ဖြစ်သည်။ ယင်းအိုင်စီသည် ပုံစံနှစ်မျိုးဖြင့် ရှိနေသည်။ 741 တွင် အဝင်ငုတ် နှစ်ငုတ်ရှိပါသည်။ တစ်ခုမှာ လက္ခဏာပြောင်း အဝင်ငုတ် (Inverting Input) (သို့) အနုတ် (-) အဝင် ငုတ် Pin 2 ဖြစ်ပြီး ကျန်တစ်ခုမှာ လက္ခဏာမပြောင်း အဝင်ငုတ် (non-inverting input) (သို့) အပေါင်း (+) အဝင် ငုတ် Pin 3 တို့ ဖြစ်သည်။



ပုံ(၁၄-၁၄) Op-Amp Symbol



ပုံ(၁၄-၁၅) Op-Amp Symbol 741 IC ၏ ပတ်လမ်းသင်္ကေတပုံ

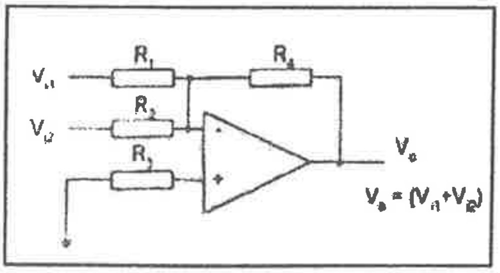


ပုံ(၁၄-၁၆) Op-Amp Symbol 741 IC ၏ ငုတ်အနေအထားပြပုံ

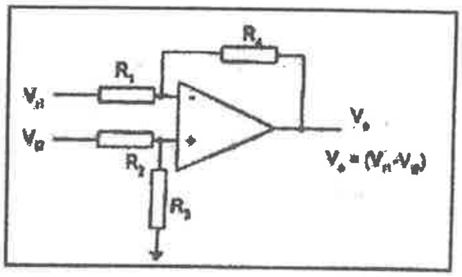
ပုံတွင် 741 IC(Op-Amp) ၏ အဝင်ငုတ်များသည် Pin 2 နှင့် Pin 3 ဖြစ်ပြီး အထွက်ငုတ်သည် Pin 6 ဖြစ်သည်။ Pin 7 ကို အပေါင်းဆပ်ပလိုင်းဗို့အား + V_{CC} ပေးရပြီး Pin 4 ကို အနုတ်ဆပ်ပလိုင်း ဗို့အား - V_{CC} ပေးရသည်။ Pin 1 နှင့် Pin 5 တို့သည် အဝင်ဗို့အား မရှိဘဲ Pin 2 နှင့် Pin 3 တို့ကို မြေစိုက် (GND) ချထားချိန်အတွက် ဗို့အားသုည မဟုတ်ပဲ တန်ဖိုးတစ်ခုခု ရှိနေသည့် အခါမျိုးတွင်၊ အထွက်ဗို့အားကို သုညသို့ရောက်အောင် ချိန်ညှိခြင်း (offset nulling) အတွက်သုံးသည်။

Op-Amp အခြေခံပတ်လမ်းများ

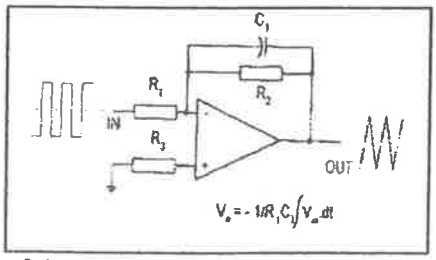
Op-Amp များသည် သင်္ချာလုပ်ထုံးဖြစ်သော ပေါင်းခြင်း၊ နုတ်ခြင်း၊ မြှောက်ခြင်း၊ စားခြင်း၊ သမူဟပြုခြင်း (Integration) အလိုက်ပြောင်းခြင်း (Differentiation) များ လုပ်ဆောင်ပေးနိုင်စွမ်း ရှိသဖြင့် ပတ်လမ်းပုံများကို ပုံတွင် ဖော်ပြထားသည်။



ပုံ(၁၄-၁၇-က) Summing Amplifer(ပေါင်းချဲ့ဖြတ်)

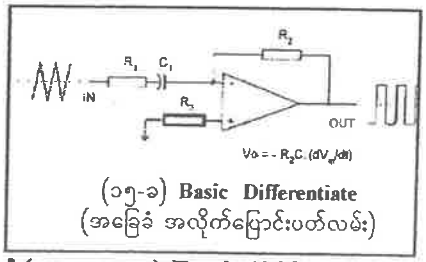


ပုံ(၁၄-၁၇-ခ) Difference Amplifer(ခြားနားချဲ့စက်)



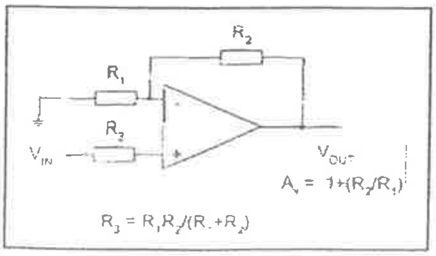
ပုံ(၁၄-၁၇-ဂ) Basic Integrator

(အခြေခံ သမူဟပြုပတ်လမ်း)



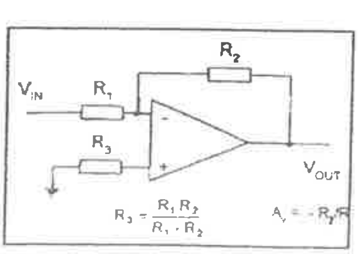
ပုံ(၁၄-၁၇-ဃ) Basic Differentiate

(အခြေခံ အလိုက်ပြောင်းပတ်လမ်း)



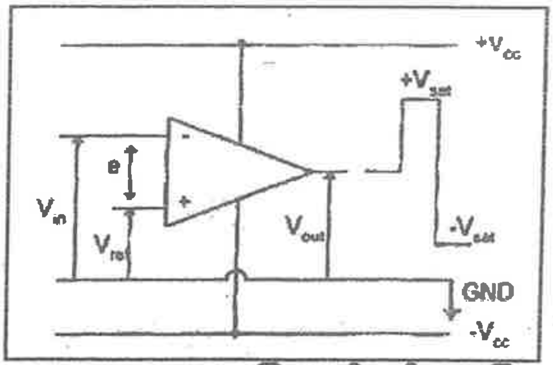
ပုံ(၁၄-၁၇-င) Non-inverting Amplifer

(လက္ခဏာမပြောင်းဘဲမြှောက်ခြင်း)



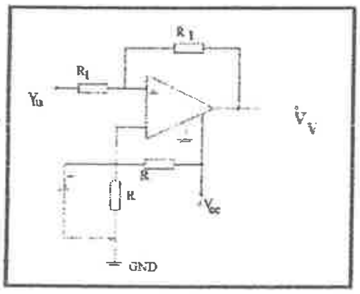
ပုံ(၁၄-၁၇-စ) inverting Amplifer

(လက္ခဏာမပြောင်း၍မြှောက်ခြင်း)

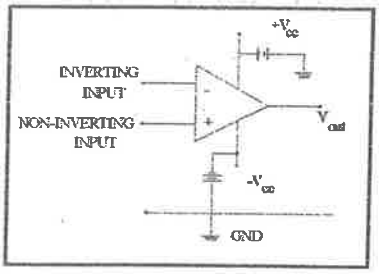


ပုံ(၁၄-၁၈) Op-Amp အခြေခံပတ်လမ်းများပြပုံ

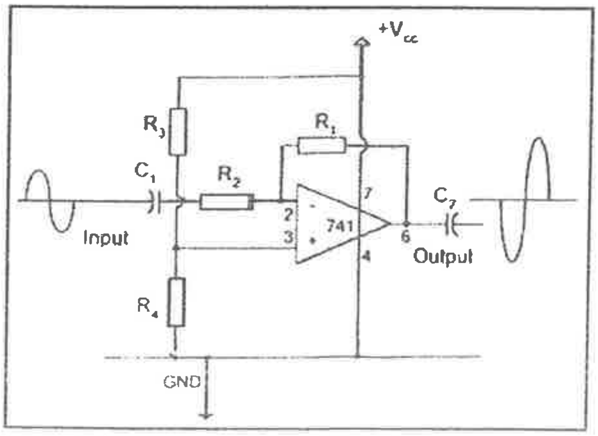
နှိုင်းယှဉ်ပတ်လမ်းသည် အဝင်အချက်ပြဗို့အားနှစ်ခုကို နှိုင်းယှဉ်ပြီး တစ်ခုက အခြားတစ်ခုထက် ပိုကြီးလျှင် အထွက်ပိုင်း၌ ဗို့အားတန်ဖိုးတစ်ခု ထွက်ပေါ်လာစေသော ပတ်လမ်းကို ခေါ်သည်။ ယင်းတွင် $e = V_{in} - V_{ref}$ ကြောင့် အထွက်ဗို့ V_{out} သည် $+V_{sat}$ (သို့) $-V_{sat}$ တစ်ခုခုသို့ ပြောင်းလဲသွားမည်။ Op-Amp ၏ အလွန်ကြီးမားသော ချဲ့ကိန်းကြောင့် အထွက်ဗို့အားတန်ဖိုးသည် $+V_{sta}$ နှင့် $-V_{sat}$ ကြား မည်သည့်တန်ဖိုးမျှ မရှိပါ။



ပုံ(၁၄-၁၉-က) Using single supply (ပါဝါဆပ်ပလိုင်းတစ်ခုသာသုံးခြင်း)



ပုံ(၁၄-၁၉-ခ) Using dual supplies (ပါဝါဆပ်ပလိုင်းနှစ်ခုကိုသုံးခြင်း)



(supply တစ်ခုပါ)

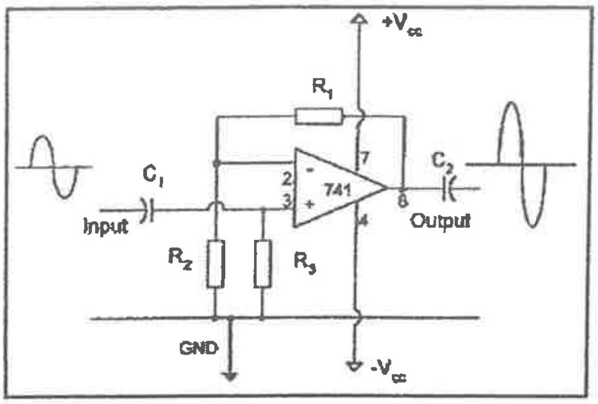
Voltage Gain $A_v = - R_1 / R_2$

Input Resistance = R_2

$R_3 = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$

အပေါင်းငုတ်၌ ဆပ်ပလိုင်းဗို့အား၏ ထက်ဝက်ဗို့အား ရရှိအောင် R_3 နှင့် R_4 တို့ကပြုလုပ်ပေးသည်။

ပုံ(၁၄-၂၀-က) Inverting Amplifier (လက္ခဏာပြောင်းစက်)



(supply နှစ်ခုပါ)

$A_v = 1 + R_1 / R_2$

အဝင်ခုခံမှုမှာ supply (၂)ခုလုံးအတွက် 1M ခန့်ရှိပြီး supply (၁)ခုပတ်လမ်းတွင် R_2 နှင့် R_4 တို့ ပြိုင်ဆက်ပါဝင်နေ၍ 1M ထက်လျော့နည်းသည်။

ပုံ(၁၄-၂၀-ခ) Non-Inverting Amplifier (လက္ခဏာမပြောင်းသော ချဲ့စက်)

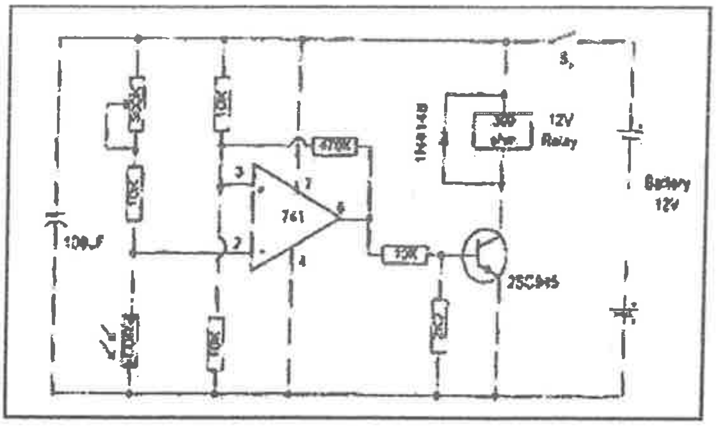
Op-Amp Application Circuit (Op-Amp အသုံးချပတ်လမ်းများ)

ခေတ်ပေါ်အီလက်ထရွန်းနစ် ပတ်လမ်းများတွင် Op-Amp အသုံးချပတ်လမ်းများသည် ပုံစံအမျိုးမျိုးရှိကြရာ၊ အသံပိုင်းဆိုင်ရာ၊ အလင်းပိုင်းဆိုင်ရာ၊ အပူပိုင်းဆိုင်ရာ၊ ဆက်သွယ်မှုပိုင်းဆိုင်ရာ စသည်ဖြင့် အုပ်စုများခွဲနိုင်သည်။

(၁) Light Activated Switch (အလင်းရောင်ဖြင့် အပိတ်/အဖွင့် ပြုလုပ်နိုင်မည့် ပတ်လမ်း)

ပုံ(၁၆)တွင် 741 Op Amp အိုင်စီကို လက္ခဏာပြောင်း ကွန်ပရေတာအဖြစ် သုံးထားသည်။ LDR ပေါ်တွင် အလင်းရောင်မကျသောအခါ LDR ၏ ခုခံမှုသည် အလွန်ကြီးနေသဖြင့် ယင်း၏ အစွန်းနှစ်ဖက် ဗို့အားသည် အညွှန်းဗို့အား (Vref) ထက် များနေသဖြင့် အိုင်စီ၏ အထွက်ငုတ်သည် ဗို့အားနိမ့် အခြေတွင် ရှိသဖြင့် ထရန်စစ္စတာ သည် "OFF" ဖြစ်နေပြီး ရီလေးမဆွဲချေ။

LDR ပေါ်တွင် အလင်းရောင်ကျသောအခါ LDR ၏ခုခံမှု အလွန်ငယ်သွားကာ ယင်း၏ အစွန်းနှစ်ဖက်တွင်ရှိသော ဗို့အားသည် အညွှန်းဗို့အား (Vref) ထက်နည်းနေ သဖြင့် အိုင်စီ၏ အထွက်ငုတ်သည် ဗို့အားမြင့်အခြေတွင် ရှိသောကြောင့် ထရန်စစ္စတာသည် "ON" ဖြစ်သွားပြီး ရီလေးကို ဆွဲပေမည်။ ရီလေးမှတဆင့် ဆက်သွယ်သော ပြင်ပပတ်လမ်းကို အပိတ်/အဖွင့် ပြုလုပ်နိုင်မည်ဖြစ်သည်။ ပရီဆက် (preset) 500 K ဖြင့် လိုအပ်သော အလင်းရောင် ပမာဏတွင် ပတ်လမ်း အလုပ်လုပ်နိုင်အောင် ချိန်ညှိပေးသည်။



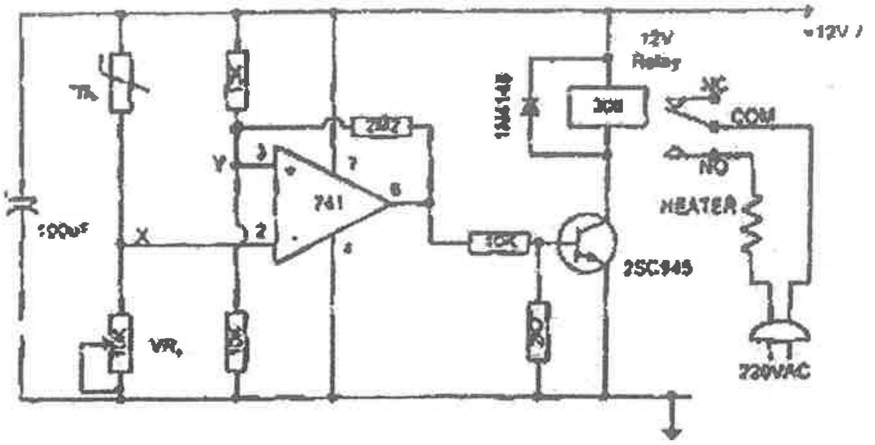
ပုံ(၁၄-၂၁) အလင်းရောင်ဖြင့် အပိတ်/အဖွင့်ပြုလုပ်နိုင်မည့် ပတ်လမ်းပုံ

(၂) (အပူချိန်ထိန်းပတ်လမ်း) Temperature -Controlled Switch

ပုံ(၁၇)တွင် သာမစ်စတာ (Thermistor) တွင်ရှိ အပူချိန်ပြောင်းလဲခြင်းကြောင့် နှိုင်းယှဉ်ပတ်လမ်း၏အဝင်ဗို့အား ပြောင်းလဲမှုဖြစ်ပေါ်လာကာ ရီလေးမှတဆင့် အပူပေးကွိုင် (Heater) ကိုပေးသည့်ပါဝါကို လိုအပ်သလို အပိတ်/အဖွင့် ပြုလုပ်နိုင်သည်။ သာမစ်စတာသည် အနှုတ်ခုခံမှုကိန်း (Negative Temperature Coefficient) (NTC) ရှိသော ပစ္စည်းတစ်ခုဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် အပူချိန်တိုးလျှင် ယင်း၏ခုခံမှုလျော့ပြီး အပူချိန်လျော့လျှင် ယင်း၏ခုခံမှု တိုးလာသည်။

ဤပတ်လမ်းတွင် 741 Op-Amp အိုင်စီကို လက္ခဏာပြောင်း နှိုင်းယှဉ်ပတ်လမ်း အဖြစ်သုံးထားသည်။ သာမန်အပူချိန်တွင် သာမစ်စတာခုခံမှု အလွန်ကြီးနေသဖြင့် ယင်း၏ အစွန်းနှစ်ဖက်တွင် ဗို့အားကြီးပြီး နှိုင်းယှဉ်ပတ်လမ်း၏ အဝင်ဗို့အား X သည် အညွှန်းဗို့အား Y ထက်ငယ်နေသောကြောင့် အိုင်စီ၏အထွက်ဝှတ်သည် ဗို့အားမြင့်အခြေတွင် ရှိသည်။ ထို့ကြောင့် ထရန်စစ္စတာ "ON" နေပြီး ရီလေးဆွဲကာ အပူပေးကွိုင်ကို လျှပ်စစ် စီးစေသည်။

သာမစ်စတာကို အပူပေးကွိုင်အနီးတွင် တပ်ဆင်ထားရမည်။ ထိုအခါ သာမစ်စတာ အပူချိန်မြင့်တက်လာပြီး ယင်း၏ခုခံမှုသည် ငယ်သွားကာ အစွန်းနှစ်ဖက်တွင် ရှိသော ဗို့အားလည်းငယ်ပြီး နှိုင်းယှဉ်ပတ်လမ်း၏ အဝင်ဗို့အား X သည် အညွှန်းဗို့အား Y ထက် ကြီးသွားသဖြင့် အိုင်စီအထွက်ဝှတ်သည် ဗို့အားနိမ့်အခြေ သို့ရောက်ပြီး ထရန်စစ္စတာကို "OFF" ဖြစ်စေ၍ ရီလေးမဆွဲတော့ပဲ အပူပေးကွိုင်တွင် လျှပ်စီးမစီးတော့ချေ။ သို့ဖြစ်လျှင် သာမစ်စတာ၏ အပူချိန်သည် ပြန်၍ လျော့ကျလာပြီး မူလအခြေသို့ ရောက်သွားသည်။ ဤနည်းဖြင့် အပူချိန်ကို အလိုအလျောက် ထိန်းပေးနိုင်သည်။ အညွှန်းဗို့အားကို $1/2V_{cc}$ တွင် ရှိနေအောင် 10 K ခုခံမှုနှစ်ခုစလုံးကို Voltage Divider နည်းဖြင့် ဆက်သွယ်ပြီး V_{R1} ဖြင့် လိုအပ်သော အပူချိန်တွင် အပိတ်/အဖွင့် လုပ်နိုင်အောင် ချိန်ညှိနိုင်သည်။

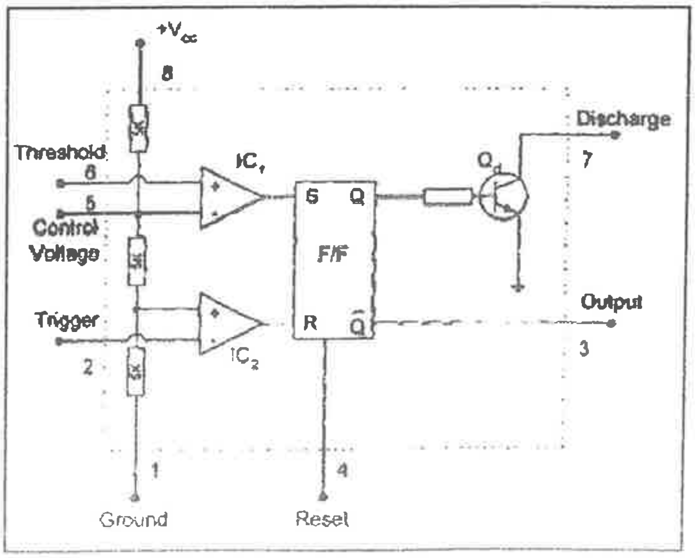


ပုံ(၁၄-၂၂) အပူချိန်ထိန်းပတ်လမ်းပုံ

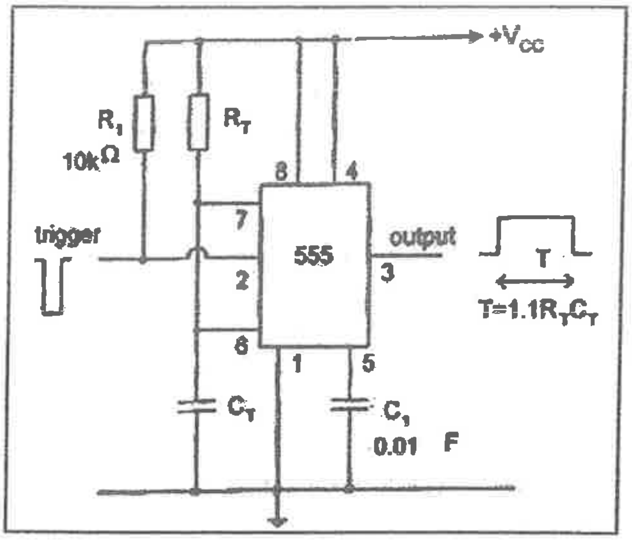
555 Timer IC အတွင်းပတ်လမ်း

တိုင်မာပတ်လမ်းသည် ခုန်လှိုင်းတစ်ခု (Single Pulse) သို့မဟုတ် အဆက်မပြတ် ထွက်နေသော ခုန်လှိုင်းများ (Continuous Pulse Stream) ကို ထုတ်ပေးနိုင်သော ပတ်လမ်းတစ်ခုသာဖြစ်သည်။ ထိုပတ်လမ်းသည် အလွန်ရေပန်းစားပြီး အသုံးများသော ပတ်လမ်းတစ်ခုဖြစ်ပါသည်။ ပုံ(၁၈)အရ အတွင်းပတ်လမ်းတွင် ထရန်စစ္စတာ ၂၃ လုံး၊ ဒိုင်အုတ် ၂ လုံး၊ ရီစစ္စတာ ၁၆ လုံး ပါဝင်သည်။ ကဏ္ဍအလိုက်ခွဲသော် Voltage Comparator ပတ်လမ်း ၂ ခု၊ RS Flip-flop ပတ်လမ်း ၁ ခု၊ လျှပ်ထုတ်ထရန်စစ္စတာတစ်လုံး၊ အညွှန်းဗို့အားအခွဲ 5 KΩ ရီစစ္စတာ ၃ လုံး တစ်တွဲတို့ ပါဝင်သည်။

555 တိုင်မာအိုင်စီကို Pin 8 ခုပါသော Dual-In-Line(DIL) Package IC အသွင်ဖြင့် ပုံ(၁၉)ပါအတိုင်း ဖော်ပြထားသည်။ 555 တိုင်မာအိုင်စီကို အသုံးပြုရာတွင် အဓိက ပတ်လမ်းနှစ်မျိုးရှိသည်။ ယင်းတို့မှာ Monostable or One-Shot Operation ပတ်လမ်း နှင့် Astable (or) Oscillator Operation ပတ်လမ်းတို့ ဖြစ်ကြသည်။



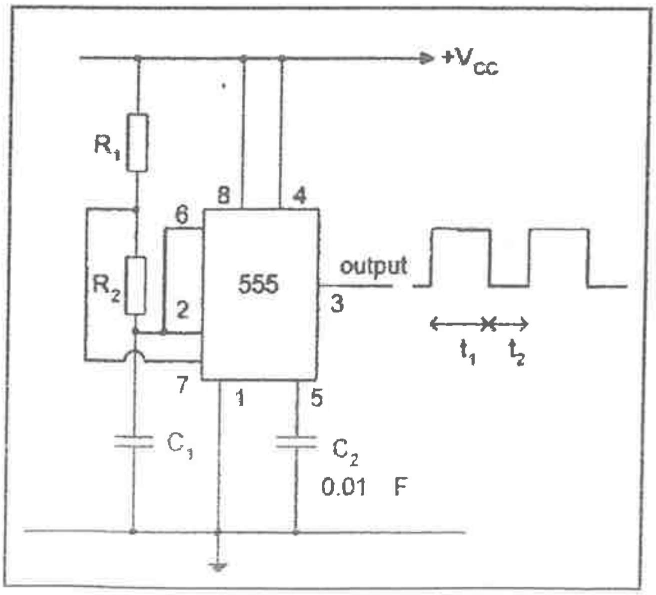
ပုံ(၁၄-၂၃) အပူချိန်ထိန်းပတ်လမ်းပုံ



ပုံ(၁၄-၂၄) Monostable ပတ်လမ်းပုံ

Monostable (or) One Shot Operation ပတ်လမ်း

Monostable ပတ်လမ်း၏ အဓိကလုပ်ငန်းစဉ်မှာ Pin 2 ကို အနုတ်စုန်လှိုင်း (negative going trigger input) ပေးသွင်းသောအခါ Pin 3 ၏ ဗို့အားအခြေသည် ဗို့အားအနိမ့်အခြေမှ ဗို့အားမြင့်အခြေသို့ ပြောင်းလဲသွားပြီး သတ်မှတ်ထားသော ကြာချိန် (Delay Time) ကုန်ဆုံးသွားသောအခါ မူလဗို့အား နိမ့်အခြေသို့ ပြန်လည်ရောက်ရှိ သွားခြင်းဖြစ်သည်။ အခြေခံ Monostable ပတ်လမ်းကို ပုံတွင် ဖော်ပြထားသည်။



ပုံ(၁၄-၂၅) Astable ပတ်လမ်းပုံ

Astable Operation ပတ်လမ်း

အလိုအလျောက် ဆိုင်းလှိုင်းပုံမဟုတ်သော လှိုင်းထုတ်ပတ်လမ်း (Free Running Non-Sinusoidal Oscillator) ဟုလည်း ခေါ်သည်။ ပုံတွင် ဖော်ပြထားသော ပတ်လမ်းတွင် Pin 6 ကို Pin 2 နှင့် ပူးထားသည်။

မူလပထမ ဆပ်ပလိုင်းဗို့အား စပေးလျှင်ပေးခြင်း C1 သည် လျှပ်စစ်ကို ထုတ်ခြင်းဖြင့် Pin 2 သည် zero V ၌ ရှိသည်။ ဤအချက်ကြောင့် Flip-Flop သည် Reset လုပ်ခြင်းခံရသည်။ Q သည် ဗို့အားနိမ့်အခြေတွင် ရှိပြီး တိုင်မာ၏အထွက် Pin 3 သည် ဗို့အားမြင့်အခြေတွင် ရှိသည်။ ထရန်စစ္စတာ Qd မှာ လျှပ်မကူးနိုင်ပဲ C_1 ကို R_1နှင့် R_2 တို့မှတဆင့် $+V_{cc}$ မှ လျှပ်စစ်သွင်းစေသည်။

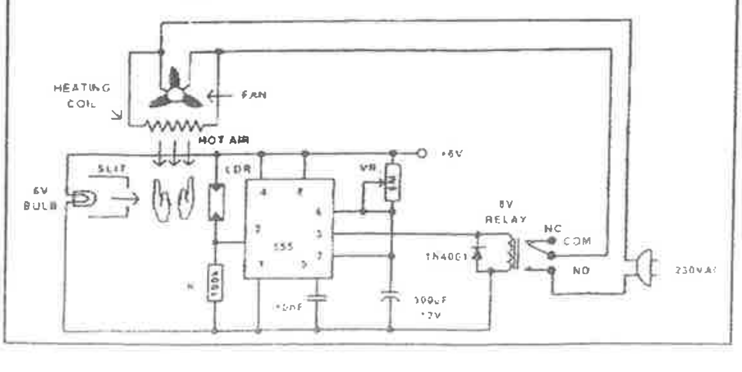
C_1 ရှိ ဗို့အားသည် 2/3 Vcc သို့ရောက်လျှင် Flip-Flop သည် Set ဖြစ်သွားသည်။ တိုင်မာ၏အထွက် Pin 3 သည် ဗို့အားအနိမ့်အခြေသို့ ရောက်သွားသည်။ ထရန်စစ္စတာ Q_d သည် လျှပ်ကူးမှုဖြစ်ပေါ်က C_1 ကို R_2 နှင့် Q_d တို့မှတဆင့် Zero V သို့ရောက် အောင် လျှပ်စစ်ထုတ်စေပါသည်။

ထိုသို့ လျှပ်ထုတ်ရာတွင် C_1 ရှိ ဗို့အား သည် 1/3 V_{cc} သို့ ရောက်သောအခါ အောက်ပိုင်းနှိုင်းယှဉ်ပတ်လမ်း Trigger လုပ်ခြင်းခံရကာ Flip-Flop သည်လည်း ReSet လုပ်ခြင်းခံရသည်။ ဤဖြစ်စဉ် အဖန်တလဲလဲဖြစ်ပေါ်ကာ တိုင်မာပတ်လမ်းသည် စတုဂံပုံခုန်လှိုင်းအား ထုတ်ပေးလျှက်ရှိသည်ကို တွေ့ရသည်။

555 အသုံးချပတ်လမ်းများ (555 Application Cicuits)

555 တိုင်မာအသုံးချပတ်လမ်းများသည် အသံပိုင်းဆိုင်ရာ၊ အပူပိုင်းဆိုင်ရာ၊ အလင်းပိုင်းဆိုင်ရာ၊ စက်မှုထိန်းချုပ်ပိုင်းဆိုင်ရာ၊ ဆက်သွယ်ရေးပိုင်းဆိုင်ရာစသည်ဖြင့် အသုံးချမှုနယ်ပယ် အလိုက်အမြောက်အမြားရှိသည့်အနက် စိတ်ဝင်စားဖွယ်ရာ ပတ်လမ်းတစ်ချို့ကို ဖော်ပြထားသည်။ မိုနိုစတေဘယ်လ်ပတ်လမ်းနှင့် အက်ပ်စတေဘယ်လ် အသုံးချပတ်လမ်းများကို ခွဲခြားတတ်အောင် လေ့လာရန် လိုအပ်သည်။

လက်အခြောက်ခံလေပူထုတ်ပေးသောပတ်လမ်း (Electronic Hand Dryer)



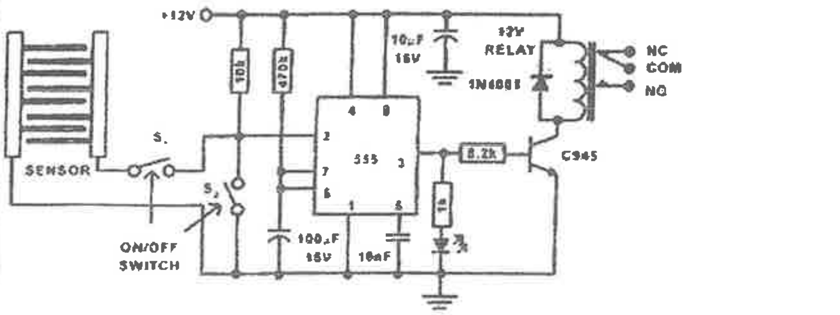
ပုံ(၁၄-၂၆) လက်အခြောက်ခံလေပူထုတ်ပေးသော ပတ်လမ်းပုံ

လက်အခြောက်ခံလေပူထုတ်ပေးသောပတ်လမ်း (Electronic Hand Dryer)

555 တိုင်မာအခြေခံထားသော လက်အခြောက်ခံလေပူထုတ်ပေးသောပတ်လမ်းကို ပုံတွင် ဖော်ပြထားသည်။ အဓိကအားဖြင့် ဤပတ်လမ်းသည် အချိန်တစ်မိနစ်ကြာ အောင် ရီလေးဆွဲစေသော မိုနိုစကေဘယ်လ်ပတ်လမ်းတစ်ခု ဖြစ်ပါသည်။ မီးလုံးမှ အလင်း ရောင်သည် LDR အပေါ် တိုက်ရိုက်ကျနေသောအခါ LDR ၏ခုခံမှုသည် အလွန်နည်းပြီး တိုင်မာ၏ ငုတ်(၂)တွင် ဗို့အားမြင့်အခြေရောက်နေသည်။ တိုင်မာ၏ အထွက် Pin 3 သည် ဗို့အားနိမ့်အခြေတွင် ရှိနေသည်။ ထိုအခါ ရီလေးမဆွဲသဖြင့် ပန်ကာနှင့် အပူထုတ်ကွိုင်တို့တွင် လျှပ်စစ်ပါဝါမရှိချေ။

မီးလုံးနှင့် LDR အကြား လက်ကိုထားလိုက်သောအခါLDR အပေါ် အလင်းရောင် မကျတော့၍ ယင်းခုခံမှုတန်ဖိုးသည် အလွန်ကြီးသွားသဖြင့် တိုင်မာ၏ Pin 2 တွင် အနှုတ်ထရစ်ဂါအချက်ပြရရှိကာ မိုနိုစတေဘယ်လ်ပတ်လမ်းကို စတင်အလုပ်လုပ်စေသည်။ ထိုအချိန်တွင် အိုင်စီ၏ Pin 3 တွင် ဗို့အားမြင့် အခြေဖြစ်ပေါ်ကာ ရီလေးဆွဲပြီး ပန်ကာနှင့် အပူထုတ်ကွိုင်တို့ ပါဝါရရှိသွားပါသည်။ ဤနည်းဖြင့် လေပူကို လက်တွင် ခံစားလာရပါ သည်။ အချိန်တစ်မိနစ် ပြည့်သွားသောအခါ ပတ်လမ်းသည် အလိုအလျောက် ပိတ်သွားပေသည်။ လက်ကိုပြန်ထုတ်ပြီး ပြန်ထည့်မှသာ ပတ်လမ်း ထပ်မံအလုပ်လုပ်မည်ဖြစ်ပါသည်။

မိုးရွာလျှင်အလိုအလျောက်ကားမှန်ရေသုတ်ပေးမည့်ပတ်လမ်း (Rain-Operated Wiper)

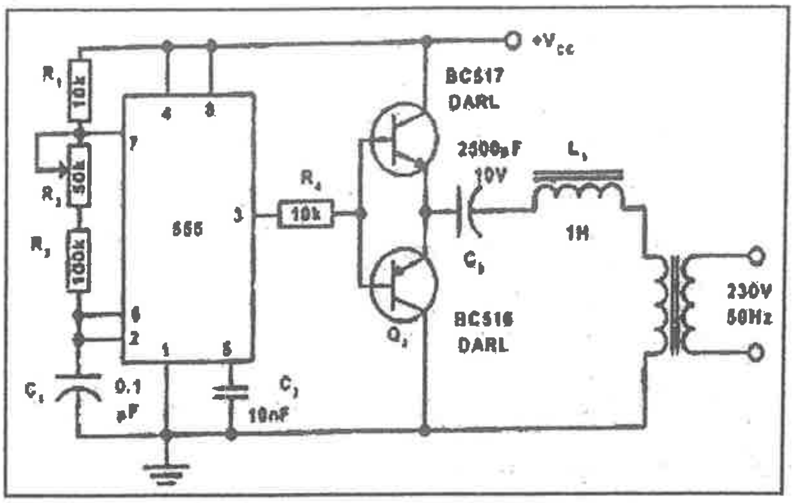


ပုံ(၁၄-၂၇) မိုးရွာလျှင် အလိုအလျောက်ကားမှန်ရေသုတ်ပေးမည့် ပတ်လမ်းပုံ

မိုးရွာလျှင် အလိုအလျောက်ကားမှန်ရေသုတ်ပေးမည့် ပတ်လမ်း (Rain-Operated Wiper)

မိုးရွာသောအခါ Sensor လိုင်းများအကြားတွင် မိုးရေကျသဖြင့် ရှော့တ်ဖြစ်ပြီး မိုနိုစတေဘယ်လ်ပတ်လမ်းကို အလုပ်လုပ်စေကာ ရီလေးဆွဲပါသည်။ ထိုမှတဆင့် ရေသုတ်တံမော်တာကို လည်စေကာ ကားမှန်ကို ရေသုတ်ပေးပါသည်။ Sensor ပြုလုပ်ပုံမှာ ပရင့်တက်ဆားကစ် ကြေးပြား ပေါ်တွင် ပုံတွင် ပြထားသည့်အတိုင်း လိုင်းများကို ပုံဖော်ဆွဲယူထားသည်။

ဒီစီမှ အေစီသို့ ပြောင်းပေးသည့် အင်ဗာတာပတ်လမ်း (DC to AC Inverter)



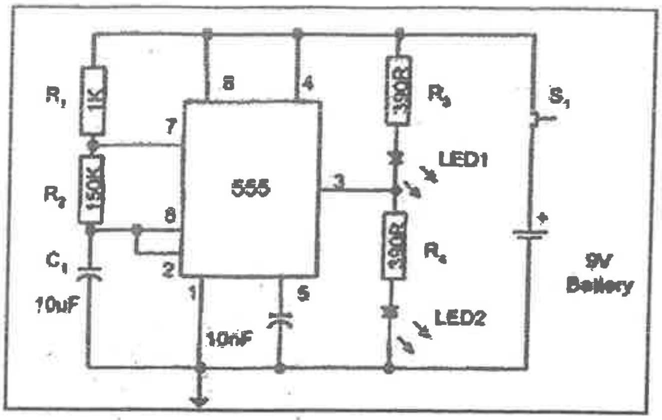
ပုံ(၁၄-၂၈) ဒီစီမှ အေစီသို့ ပြောင်းပေးသည့် အင်ဗာတာပတ်လမ်းပုံ

ပုံတွင် 555 တိုင်မာအေစီကို အက်စတေဘယ်လ် ပတ်လမ်းအဖြစ် ဆက်သွယ် ထား သည်။ ဖရီကွင်စီကို 48 မှ 68 HZ အတွင်း ပြောင်းနိုင်ပြီး 50% Duty Cycle နီးပါးရှိသော စတုဂံပုံလှိုင်းများ ထုတ်ပေးနေသည်။ ဒါလင်တန်ထရန်စစ္စတာအတွဲမှတဆင့် ဗို့အားမြင့် ထရန်စဖော်မာကို မောင်းပြီး 230 V အေစီ ဗို့အားရအောင် စီစဉ်ထားသည်။ လျှပ်သို C_3 နှင့် လျှပ်ညှို့ L_1 တို့က စတုဂံပုံလှိုင်းမှ အချွန်အတက်များကို စစ်ထုတ်ပေးပြီး ထရန်စဖော်မာသို့ ဝင်သော အခါ ဆိုင်းပုံလှိုင်းနှင့် အနီးစပ်ဆုံးတူအောင် ဖန်တီးပေးသည်။ ပရီဆက် R_2 ဖြင့် ဖရီကွင်စီကို 50 Hz အတိအကျရအောင် ချိန်ညှိပေးနိုင်သည်။

ပါဝါအနည်းငယ်သာ လိုအပ်သော အေစီပါဝါသုံး လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများကို အေစီ လျှပ်စစ်မီး မရသောဒေသများတွင် အသုံးပြုလိုသောအခါ ဤပတ်လမ်းမျိုးက အထောက်အကူပြုသည်။

လွယ်ကူသော တိုင်မာစမ်းသပ်ပတ်လမ်း (Simple 555 Timer Tester)

အီလက်ထရွန်းနစ် ပတ်လမ်းများတွင် 555 တိုင်မာများကို အသုံးပြုမှုသည် တစ်နေ့တစ်ခြား တိုးတက်လာသည်။ 555 ပါ ဝင်သော ပတ်လမ်းတခုတည်ဆောက်ပြီးနောက် ပုံမှန်အလုပ်မလုပ် သည့်အခါ 555 ကောင်း/မကောင်းကို လွယ်ကူစွာ စစ်ဆေးနိုင်သော ပတ်လမ်းကို ပုံ(၂၅)တွင် ဖော်ပြ ထားသည်။ ဤပတ်လမ်းတွင် ငုတ်(၈)ငုတ်ပါသော အိုင်စီဘေ့စ်တစ်ခုကို 555 အိုင်စီနေရာတွင် ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ထားပါ။ စစ်ဆေးလိုသော 555 အိုင်စီကို ထိုဘေ့စ်တွင် လာတပ်ကြည့်သောအခါ LED မီးလုံးများတစ်လှည့်စီ လင်းနေလျှင် စစ်ဆေးခံအိုင်စီ 555 ကောင်းသည်ဟု သတ်မှတ်နိုင် သည်။ ထိုသို့မဟုတ်ဘဲ LED မီးလုံးတစ်လုံးတည်း လင်းလျှင်သော်လည်းကောင်း၊ လုံးဝမလင်းလျှင် သော်လည်းကောင်း 555 အိုင်စီ မကောင်းဟု ဆုံးဖြတ်နိုင်သည်။



ပုံ(၁၄-၂၉) 555 တိုင်မာကောင်း/မကောင်း စမ်းသပ်ပတ်လမ်းပုံ

555 တိုင်မာကို ဗို့အားလွန်/ဗို့အားနိမ့် ဖြတ်တောက်ပတ်လမ်းများ (over/under cutout circuits) တွင် လည်းကောင်း၊ 50 Hz လှိုင်းထုတ်ပတ်လမ်းအဖြစ် အင်ဗာတာပတ်လမ်းတွင် လည်းကောင်း၊ switching mode power supply များတွင် ဗို့အားထိန်းပတ်လမ်းအဖြစ် လည်းကောင်းအသုံးချနိုင်သည်။

အခန်း(၁၅)
လျှပ်စစ်အန္တရာယ်ကင်းရှင်းရေး

၁။ ဓာတ်လိုက်မှုဖြစ်ပွားရသည့် အကြောင်းအရင်းများကို လေ့လာပါက များသောအားဖြင့် ထိတွေ့ဗို့အားကြောင့် ဓာတ်လိုက်ခံရခြင်းဖြစ်သည်ကို တွေ့ရပါသည်။ ထိတွေ့ဗို့အားကြောင့်ပင် လူနှင့် သက်ရှိသတ္တဝါတို့မှာ ဒဏ်ရာရရှိများ၊ သေကြေခြင်းများ ဖြစ်ရသည်။ ထို့ကြောင့် နိုင်ငံအသီးသီးတို့တွင် အန္တရာယ်မပြုနိုင်သည့် အမြင့်ဆုံးထိတွေ့ဗို့အား သတ်မှတ်ထားရှိခဲ့ကြပါသည်။ မြန်မာနိုင်ငံအတွက် အန္တရာယ်မပြုနိုင်သည့် ထိတွေ့ဗို့အားကို ၄၀ ဗို့ဟု သတ်မှတ်ထားသည်။

၂။ သတ္တုပစ္စည်းတစ်ခုခုတွင် လျှပ်စစ်ဗို့အား ၄၀ ဗို့ ရှိနေသော ယင်းသတ္တုပစ္စည်းကို ကိုင်တွယ်မိသူမှာ လျှပ်စစ်ဖြတ်စီးခြင်းခံရပါသည်။ ထိုသို့ လျှပ်စစ်ဖြတ်၍ စီးခြင်းကို ဓာတ်လိုက်ခံရသည်ဟု သတ်မှတ်ပါသည်။

၃။ လျှပ်စစ်စီးခြင်း၏ အနည်းအများ၊ ပြင်းထန်မှုတွင် မူတည်၍ လူ၏ ခန္ဓာကိုယ်တွင် ထိခိုက်နာကျင်မှု၊ ဒဏ်ရာရမှုတို့ ခံစားရပါသည်။ လျှပ်စစ်စီးမှုကြောင့် ကိုယ်ခန္ဓာတွင် ဖြစ်ပေါ်နိုင်မှု အခြေအနေကို အောက်ပါဇယားဖြင့် သိရှိနိုင်ပါသည်-

ဇယား(၉-၁) လျှပ်စီးပမာဏအလိုက် လူကိုအန္တရာယ်ပေးနိုင်မှုအခြေအနေပြဇယား

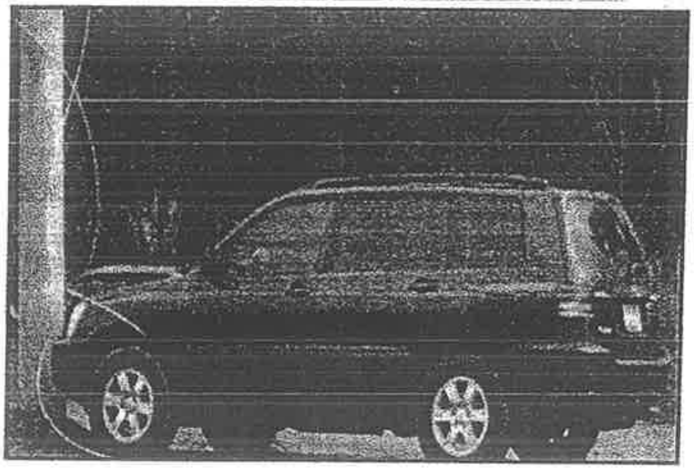
စဉ်	လျှပ်စစ်စီးမှု	ကိုယ်ခန္ဓာတွင် ဖြစ်ပေါ်စေသည့် အကြောင်းအရင်း
၁	၁ မီလီအမ်ပီယာ	ခန္ဓာကိုယ်တွင် လျှပ်စစ်စီးကြောင်းပင် မသိရှိနိုင်ပါ။
၂	၁ -၈ မီလီအမ်ပီယာ	ခန္ဓာကိုယ်တွင် လျှပ်စစ်စီးကြောင်း သိရှိမည်ဖြစ်သော်လည်း နာကျင်မှုမရှိ။
၃	၈-၁၅ မီလီအမ်ပီယာ	ခန္ဓာကိုယ် အစိတ်အပိုင်းတို့တွင် နာကျင်ခြင်း၊ ထုံကျင်ခြင်း ခံစားရမည်။
၄	၂၀-၁၅ မီလီအမ်ပီယာ	အသက်ရှူရှိုက်မှုကိုထိခိုက်စေနိုင်ပါသည်။
၅	၁၀၀-၂၀၀ မီလီအမ်ပီယာ	လူ့ခန္ဓာကိုယ် ချုပ်ငြိမ်းစေနိုင်ပါသည်။

၄။ လျှပ်စစ်ဓာတ်လိုက်ခံရသူအား ဆေးထိုးရုံဖြင့် အသက်မရှင်နိုင်ပါ။ ရှေးဦးသူနာပြုစုနည်းဖြင့် အချိန်မီ ပြုစုနိုင်မှသာ နှလုံးပြန်လည် အလုပ်လုပ်ပြီး အသက်ရှင်မှု ရာခိုင်နှုန်းများမည်ဖြစ်ပါသည်။

ဇယား(၉-၂) ဓာတ်လိုက်ခံရပြီးနောက်ပြုစုသည့်အချိန်ပေါ်မူတည်၍အသက်ကယ်တင်နိုင်မှုအခြေအနေပြဇယား		
စဉ်	ဓာတ်လိုက်ခံရပြီးနောက်ပြုစုနိုင်မည့်အခြေအနေ	ကယ်တင်နိုင်မည့်ရာခိုင်နှုန်း
၁	၂ မိနစ်အတွင်းပြုစုခဲ့လျှင်	၁၀၀ မှ ၉၀ ရာခိုင်နှုန်း
၂	၂ -၄ မိနစ်အတွင်းပြုစုခဲ့လျှင်	၉၀ မှ ၅၀ ရာခိုင်နှုန်း
၃	၄-၆ မိနစ်အတွင်းပြုစုခဲ့လျှင်	၅၀ မှ ၁၀ ရာခိုင်နှုန်း
၄	၁၀ မိနစ်ထက် ကျော်လွန်ပါက	လုံးဝမျှော်လင့်ချက်မရှိ

ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းကြိုးမိမိကားပေါ်သို့ပြတ်ကျလာပါကလုပ်ဆောင်ရမည့်အချက်များ

၅။ မိမိကားအတွင်းရှိနေစဉ် ဓာတ်အားလိုင်းကြိုးကားပေါ်သို့ ပြတ်ကျလာပါက လျှပ်စစ်အန္တရာယ် မကျရောက်စေရန်အတွက် အောက်ပါအစီအစဉ်အတိုင်း လိုက်နာဆောင်ရွက်သင့်ပါသည်-



ပုံ (၁၅-၁) ကားပေါ်သို့ဓာတ်အားလိုင်းကြိုးပြတ်ကျနေပုံ

(က) ကားကိုချက်ချင်းရပ်၍အရေးပေါ်ဖုန်းနံပါတ် ၉၁၁ သို့ ဆက်သွယ်အကြောင်းကြားပါ။

(ခ) ကူညီမည့်သူရောက်လာသည့်အချိန်ထိကားအတွင်း၌နေပါ။

(ဂ) အနီးအနားရှိသူများကိုလည်း ကားပေါ်သို့ ဓာတ်ကြိုးပြတ်ကျနေကြောင်း၊ ကားအနားသို့ မလာစေရန်သတိပေးပါ။

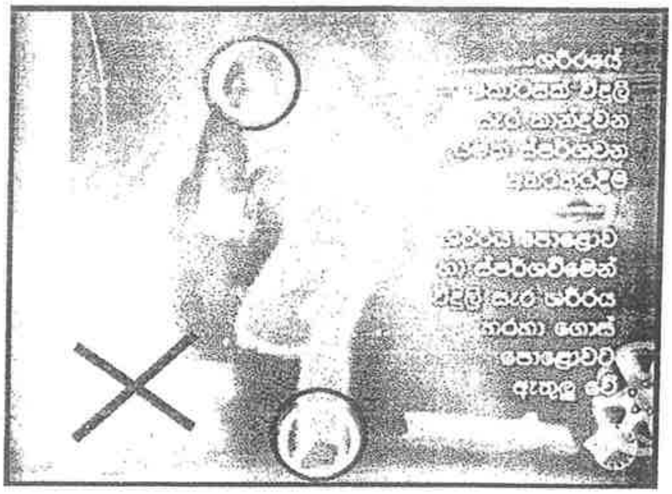
(ဃ) ကားတွင်မီးခိုးများထွက်၍ မီးလောင်နိုင်ခြေရှိပါက ကားအပြင်သို့ ထွက်ရန်ပြင်ဆင်ရပါမည်။

ပုံ (၁၅-၂) ကားတွင်မီးခိုးများထွက်နေပုံ

(င) ကားတံခါးဖွင့်၍ကားပေါ်တွင် ခြေနှစ်ချောင်းစုပြီး မတ်တပ်ရပ်ပါ။

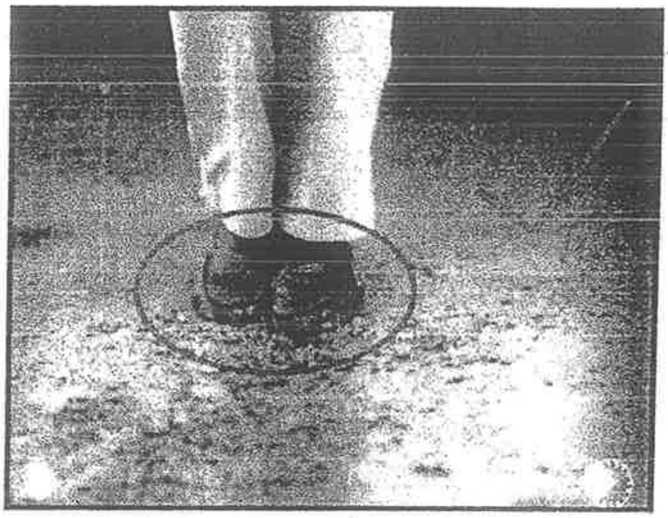
ပုံ (၁၅-၃) ကားပေါ်မှမြေပြင်သို့ခြေစုံခုန်ချပုံ

(စ) ကားသော်ဒီအစိတ်အပိုင်းအားကိုင်၍မြေပေါ်သို့ခြေမချမိစေရန်သတိပြုပါ။



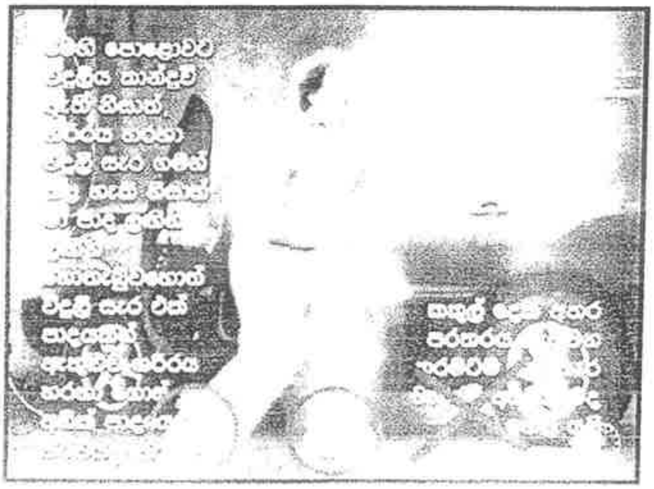
ပုံ (၁၅-၄) ကားသော်ဒီအားကိုင်၍မြေပေါ်သို့ခြေတစ်ဖက်ချပုံ

(ဆ) ကားပေါ်မှမြေပြင်ပေါ်သို့ခြေစုံခုန်ချပါ။



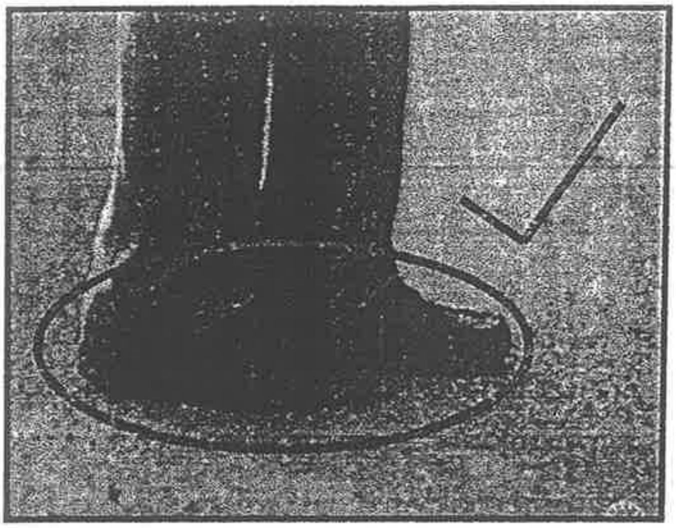
ပုံ (၁၅-၅) ကားပေါ်မှမြေပြင်သို့ခြေစုံခုန်ချပုံ

(ဇ) မြေပြင်ပေါ်သို့ရောက်ပါက ပုံမှန် ခြေတစ်လှမ်းချင်း မသွားရပါ။



ပုံ (၁၅-၆) မြေပြင်ပေါ်သို့ခြေတစ်လှမ်းချင်း [illegible]

(ဈ) မြေပြင်ပေါ်တွင် ခြေထောက်အားမြေကြီးနှင့် တရှုတ်ဆွဲ၍ ရှေ့ခြေဖဝါး၏ တစ်ဝက်ခန့်တွင် နောက်ခြေဖျားထားကာ ခြေလှမ်းစိတ်စိတ်ဖြင့် တစ်ဆက်တည်းသွားရမည်။

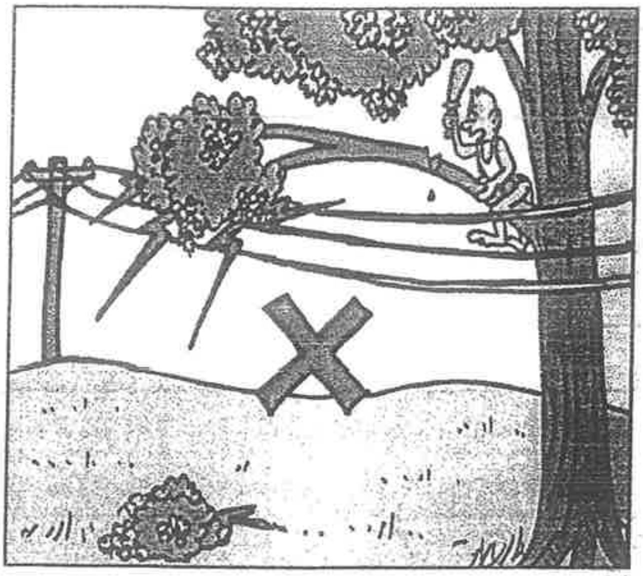


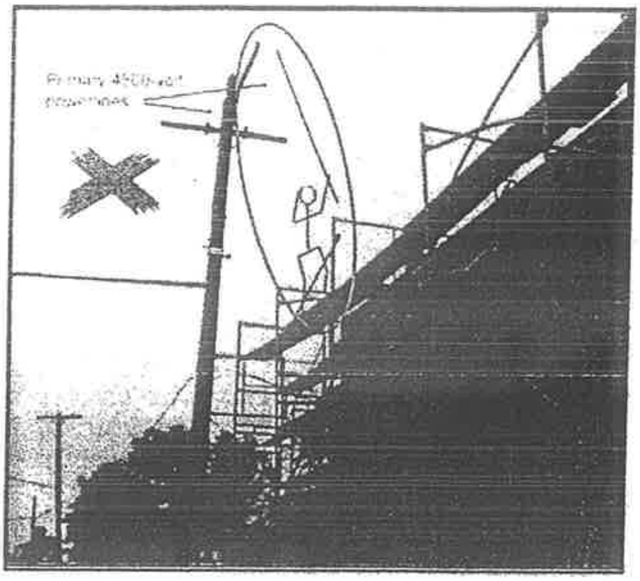
ပုံ (၁၅-၇) မြေပြင်ပေါ်တွင် ခြေလှမ်းစိတ်ဖြင့် တရှုတ်ဆွဲသွားပုံ

(ည) မိမိကားနှင့် (၁၀) မီတာခန့် ရောက်သည်အထိ ခြေလှမ်းစိတ်ဖြင့် တရှုတ်ဆွဲသွားပြီးမှ ရပ်ပါ ။

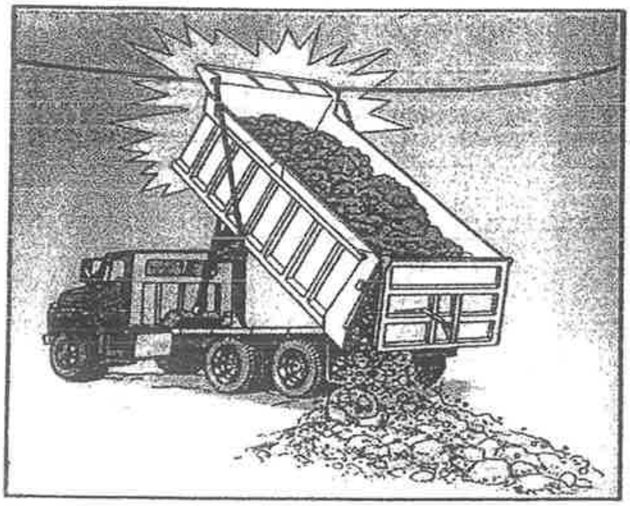
ပုံ (၁၅-၈) ကားနှင့်ဝေးရာသို့ ရောက်ပြီးနောက် ရပ်တန့်ပုံ

(ဋ) ထို့နောက် အခြားသူများအား ဓာတ်အားလိုင်းကြိုးပြတ်ကျ၍ တင်နေသော ကားအနီး မသွားရန် သတိပေးပါ။

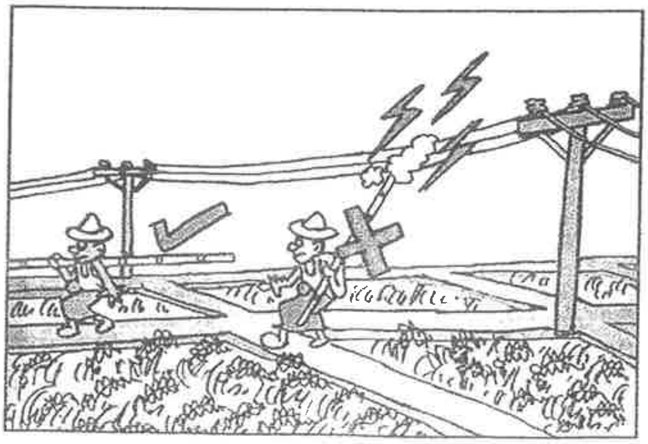


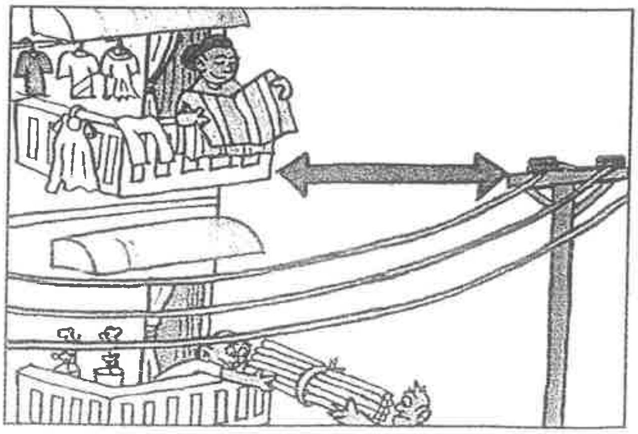


ပုံ (၁၅-၉) ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းနှင့် မလွတ်ကင်းသော နေရာများတွင်
အဆောက်အဦ ဆောက်လုပ်ခြင်း၊ သစ်ပင်ပေါ် တက်ခြင်း၊ သစ်ကိုင်းခုတ်ခြင်း မပြုရ



ပုံ (၁၅-၁၀) ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းများအောက်တွင် မြေသယ်ကားများ၊
ကရိန်းကားများဖြင့် လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ခြင်း မပြုရ





ပုံ (၁၅-၁၁) ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းများအောက်တွင် သစ်သား၊ ဝါးလုံး၊ လှေကားများကို
ထောင်၍ မသယ်ရ

အိမ်သွယ်ကြိုးမှ ဓာတ်လိုက်မှုဖြစ်ပွားနိုင်သည့်အခြေအနေများ

- ❖ အိမ်သွယ်ကြိုးအား သွပ်မိုးအစွန်း၊ အိမ်တံစက်မြိတ်၊ သွပ်/သံ Sun Shade များ နေအိမ်သံပန်း၊သံဇကာ၊ခြံစည်းရိုးသံဇကာ၊သံဆူးကြိုးများနှင့်ထိတွေ့သွယ်တန်းခြင်း
- ❖ အိမ်သွယ်ကြိုးနှင့် ပူးတွဲခြည်ထားသော ဝန်ထမ်းကြိုးအား အဝတ်လှန်းကြိုးအဖြစ် အသုံးပြုခြင်း၊ သစ်ပင်သစ်ကိုင်းများတွင် ရစ်ပတ်သွယ်တန်းခြင်း
- ❖ ရှည်လျားစွာ သွယ်တန်းရာမှ အဆက်နေရာတိပ်ကွာ၍ ဝန်ထမ်းကြိုး(GI Wire) တွင် ဓာတ်အားယိုစီးခြင်း၊ ပြတ်ကျခြင်း၊
- ❖ အိမ်သွယ်ကြိုးများကို လိုင်းပေါ်သို့ ဝါးအစို၊သံချောင်းများဖြင့် တိုက်ရိုက်ခိုးယူ ချိတ်ဆက်ခြင်း
- ❖ ဓာတ်တိုင်ပေါ်တွင် အိမ်သွယ်ကြိုးများအား ရှုတ်ထွေးစွာ သွယ်တန်းခြင်း၊ ဝန်ထမ်းကြိုး (GI Wire) တွင် ကြွေသီးများခံ၍ စနစ်တကျသွယ်တန်းမှု မရှိခြင်းတို့ကြောင့် ဝန်ထမ်းကြိုးများသို့ ဓာတ်အားစီးဝင်ခြင်း

သုံးစွဲသူများ သတိပြုရန်

- ❖ **အိမ်သွယ်ကြိုးများ လျော့ကျနေခြင်း၊ ပြတ်ကျနေခြင်း၊ သက်တမ်းကြာမြင့်၍ ကွဲအက်ပေါက်ပြဲနေခြင်း၊အိမ်ခြံစည်းရိုး၊ သံဇကာ၊သံဆူးကြိုးတို့နှင့် ထိစပ်နေခြင်း ရှိပါက ကိုင်တွယ်ခြင်းမပြုရန်နှင့် သက်ဆိုင်ရာ မြို့နယ်လျှပ်စစ်ရုံးသို့ အကြောင်း ကြားရန်၊**
- ❖ အိမ်သွယ်ကြိုးကို အဝတ်လှန်းကြိုးအဖြစ် မသုံးရန်၊ ပြောင်းရွှေ့ခြင်း၊ လဲလှယ် ပြုပြင်ခြင်း ပြုလုပ်လိုပါက သက်ဆိုင်ရာ မြို့နယ်လျှပ်စစ်ရုံးသို့ အကြောင်း ကြားရန် (ကိုယ်တိုင်ဆောင်ရွက်ခြင်း လုံးဝမပြုလုပ်ရန်)
- ❖ နီးစပ်ရာ ဓာတ်အားလိုင်းများမှ မိမိနေအိမ်သို့ တရားမဝင် ခိုးယူသွယ်တန်းခြင်း မပြုရန်၊

တပ်ဆင်သူများလိုက်နာရန်

- ❖ အိမ်သွယ်ကြိုးအား ပေ (၃၀၀)ထက်ကျော်၍ အသုံးမပြုရ၊ အဆက်ပါရှိပါက (Insulation Tape) ဖြင့် သေချာစွာ စနစ်တကျပတ်ထားရန်၊
- ❖ ဝန်ထမ်းကြိုး (GI Wire)တွင် ဓာတ်တိုင်မှ (၂)ပေအကွာတွင် ဘဲဥပုံကြွေသီး တစ်ခုနှင့်အဆောက်အဦမှ (၁)ပေအကွာတွင် ဘဲဥပုံကြွေသီးတစ်ခု တပ်ဆင်အသုံး ပြုရန်နှင့် ၎င်း (GI Wire)အား ကိုင်တွယ်မြေဓာတ်ချထားရန်၊

- ❖ အိမ်သွယ်ကြိုးအား အနိမ့်စားကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းများအတွက် သတ်မှတ်ထားသော အန္တရာယ်ကင်း အမြင့်ပေများအတိုင်း သွယ်တန်းရန်
- ❖ ကောင်းကင်ဓာတ်အားလိုင်းများမှ နေအိမ်သို့ သွယ်တန်းသော အိမ်သွယ်ကြိုးများ (သို့မဟုတ်) ကြားမှ ခွဲထုတ်ခြင်းများကို ဓာတ်တိုင်နေရာမှ လွဲ၍ မပြုလုပ်ရ၊

အိမ်တွင်းဝါယာသွယ်တန်းမှုနှင့် လျှပ်စစ်သုံးပစ္စည်းများသုံးစွဲရာတွင်သတိပြုရမည့်အချက်များ

- ❖ သော့ခလုတ်များ၏ သွင်ကြိုး(Phase) များတွင်သာ မီးအဖွင့်/အပိတ်အဖြစ် တပ်ဆင်ရန်၊
- ❖ ယာယီအသုံးပြုသည့် ကြိုးအပျော့များကို (၂၅)ပေထက် ရှည်လျားစွာ အသုံးမပြုရန်၊
- ❖ Plug Point များကို ကြမ်းပြင်၏ (၃)ပေအထက်တွင်သာ တပ်ဆင်ရန်၊
- ❖ ရေချိုးခန်းအတွင်းတွင် ကြိုးဆွဲရေလုံသော့ခလုတ်များကိုသာ တပ်ဆင်အသုံးပြုရန်၊
- ❖ အရည်အသွေးကောင်းမွန်သော လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများအသုံးပြုရန်၊
- ❖ လျှပ်စစ်ပစ္စည်းကိရိယာများ၊ ဝါယာကြိုးများ ကွဲအက်ပျက်စီးခြင်း၊ ဆွေးမြေ့ပေါက် ပြဲခြင်းဖြစ်ပါက ဆက်လက်သုံးစွဲခြင်းမပြုလုပ်ရန်၊
- ❖ အိမ်တွင်းလျှပ်စစ်ပစ္စည်းများအား ကိုင်တွယ်ပြုပြင်ခြင်း၊ လဲလှယ်တပ်ဆင်ခြင်း၊ ပြုလုပ်လိုပါက ပင်မခလုတ် (Main Switch) ကို ပိတ်၍ ဆောင်ရွက်ရန်၊
- ❖ ရေစိုနေသော လက်ဖြင့် မီး အဖွင့်/အပိတ်၊ ခလုတ်များ ဖွင့်/ပိတ်ခြင်း၊ ခလုတ်မပါဝင်သော (Socket, Plug)များကို ဖြုတ်/တပ်ခြင်းမပြုလုပ်ရန်၊

သတိပြုလိုက်နာရန်

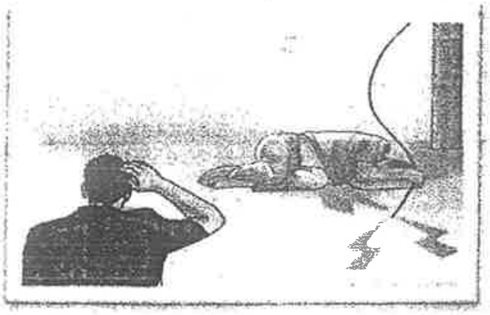
- ❖ နေအိမ်အဝင်ရှိ MCB အထွက်တွင် ဓာတ်လိုက်မှုများမှ ကာကွယ်ရန် အထူးပြုလုပ်ထားသော RCCB(Residual Current Circuit Breaker)များ တပ်ဆင်အသုံးပြုရန်၊
- ❖ သံ၊သတ္တုကိုယ်ထည်များဖြင့် ပြုလုပ်ထားသော လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများအား ကွန်ကရစ်၊ မြေပြင်၊ ရေစိုကြမ်းခင်း၊ သံသတ္တုစင်၊ ခုံတန်းတို့ပေါ်တွင် တင်၍ အသုံးမပြုရန်၊ ခြောက်သွေ့သော သစ်သားခုံ၊ ရာဘာပြားတို့ပေါ်တွင် တပ်ဆင်အသုံးပြုရန်၊

- ❖ လျှပ်စစ်ပစ္စည်းကိရိယာများ သုံးစွဲနေစဉ် ဓာတ်အား ပြတ်တောက်သွားပါက ဓာတ်အားဆက်သွယ်မှု ခလုတ်အား ချက်ချင်းပိတ်ရန်၊
- ❖ နေအိမ်သုံး လျှပ်စစ်ပစ္စည်းကိရိယာများအား လျှပ်စစ် တတ်ကျွမ်းသူများဖြင့် မကြာခဏ စစ်ဆေးပြုပြင်ရန်နှင့် အိမ်တွင်ဝါယာ သွယ်တန်းမှုများအား လျှပ်စစ်ဇကျွမ်းကျင်မှုဆိုင်ရာ လက်မှတ်ရ လျှပ်စစ်ကျွမ်းကျင်များဖြင့် ဆောင်ရွက်ရန်၊

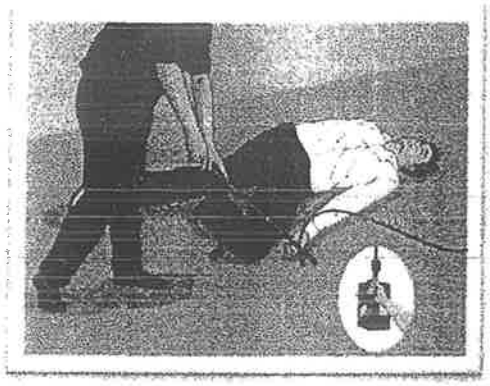
မင်းခမ္မ နှင့်ဝဉ္စိုက်ဝိုင်းဘုရားလာမဲ့ဝေဘင်

ဓာတ်လိုက်ခံရသူအားကယ်ဆယ်နည်း

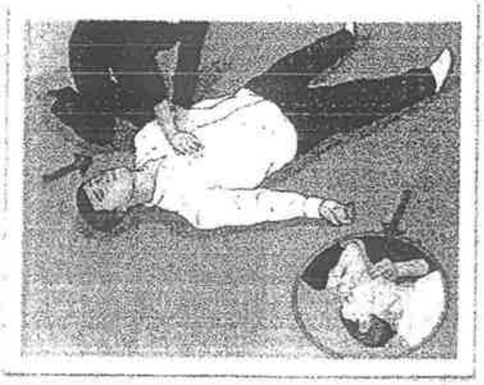
၆။ ဓာတ်လိုက်ခံရသူအားတွေ့ရှိခဲ့လျှင် ဖော်ပြပါအချက်များအတိုင်းဆောင်ရွက်ရမည် ဖြစ်ပါသည်-



- လူတစ်ဦးဓာတ်လိုက်နေသည်ကိုတွေ့ရှိလျှင်



- လျှပ်စစ်ခလုတ်(သို့)မိန်းကိုဦးစွာပိတ်ပါ။
- ဓာတ်လိုက်နေသူအားခြောက်သွေ့သောတုတ် သတ္တုကင်းမဲ့သည့်ကြိုးဖြင့်လျှပ်စစ် ကြိုးမှ ကင်းဝေးစေရန် ဆွဲယူဖယ်ရှားပါ။
- မိမိကလည်းခြောက်သွေ့သောဖိနပ်ဝတ်ဆင်၍ သို့မဟုတ် ခြောက်သွေ့သောအခင်းပေါ်မှဆောင်ရွက်ပါ ။



- ဓာတ်လိုက်နေသူအားဆေးရုံပို့ရန် မလောပါနှင့်၊
- ရှေးဦးသူနာပြုစုနည်းဖြင့်အသက် မှန်မှန် ပြန်ရှူလာသည့်တိုင်အောင်ပြုစုပေးပါ။

- လူနာသတိရလာပါက နီးစပ်ရာ ဆေးရုံ၊ ဆေးခန်းသို့ ပို့ဆောင်ပါ။