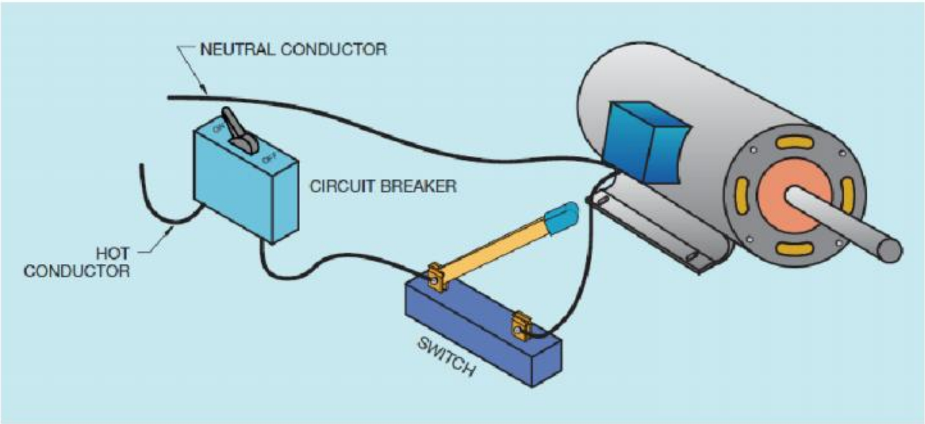
အခန်း ၁

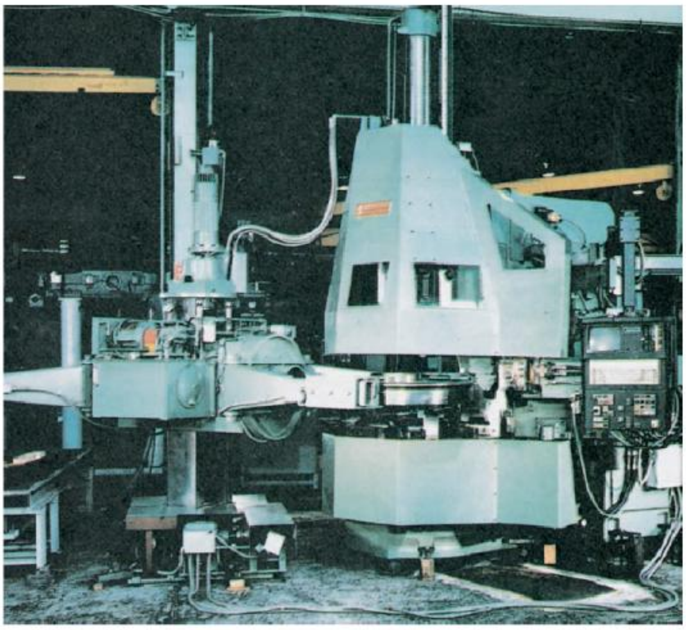
မော်တာတစ်လုံးအား ထိန်းကျောင်း မောင်းနှင်ခြင်း နိဒါန်း

မော်တာတစ်လုံးအား ထိန်းကျောင်းမောင်းနှင်မှုဟုဆိုရာတွင် အလွယ်တကူအသုံးပြုနိုင်သော ပုံ ၁.၁ တွင်ပြသထားသော toggle switch မှ အစ မော်တာများစွာအား ထိန်းကျောင်းမောင်းနှင်ရန်အတွက် အာရုံခံ ကရိယာများစွာ ပါဝင်သည့် အလွန်ရှုပ်ထွေးသည့် လျှပ်စီးပတ်လမ်းများပါဝင်သော စံနစ်များအထိ ကို သတ်မှတ်ရည်ညွှန်းနိုင်ပါသည်။

အချို့သော စက်များတွင် မော်တာတစ်လုံး သို့မဟုတ် မော်တာများအတွက် ယင်းတို့အား ထိန်းကျောင်းမည့် ကရိယာကို စက်ပေါ်တွင်တပါတည်းတပ်ဆင်ကာ ယင်းတို့အား တပ်ဆင်ထုတ်လုပ်သည့်စက်ရုံမှ တပါတည်းပေးပို့လိုက်ကာ အသုံးပြုလိုသော စက်ရုံအလုပ်ရုံသို့ရောက်ရှိသောအခါတွင်မှသာ လျှပ်စစ်လုပ်သားများမှ ပါဝါပေးသွင်းရန်အတွက် ဂါယာကြိုးများကို ချိတ်ဆက်ရန်သာလိုပါသည် (ပုံ ၁.၂)။ အချို့မှာမူ photo switch များ၊ pressure switch များ နှင့် pilot sensing ပစ္စည်းများအား ကို ထပ်မံတပ်ဆင်ပြီး အသုံးပြုရန် လိုအပ်ပါသည်။ အချို့သော စက်များတွင်မူ မော်တာအား သီးခြားတပ်ဆင်ပြီး ပြင်ပမှ ဘတ်ကြိုး၊ ဂီယာနှင့် ချိန်းများအသုံးပြုကာ ဆက်သွယ်ကြပါသည်။



ပုံ ၁.၁ မော်တာအား ရိုးရှင်းသော toggle switch တစ်ခုဖြင့် control လုပ်ပုံ



ပုံ ၁.၂ ယင်းစက်အား မော်တာနှင့် control အစရှိသည့် လိုအပ်သည်များ တပ်ဆင်ကာ ပေးပို့ထားပါသည်။

မော်တာများအတွက် ပါဝါဆပ်ပလိုင်း

စက်တစ်လုံးကို တပ်ဆင်ရာတွင် ယင်းတွင်အသုံးပြုမည့် မော်တာအတွက် ဗောသွင် သို့မဟုတ် တြိသွင် အစရှိသည်ဖြင့် မည်သည့် ပါဝါဆပ်ပလိုင်းအား အသုံးပြုရမည်ကို စစ်ဆေးသင့်ပါသည်။ မည်မျှကြီးမားသော မြင်းကောင်ရေ အရေအတွက်အား တပ်ဆင်သုံးစွဲမည်၊ မော်တာများစတင်မောင်းနှင်စဉ်တွင် inrush current မည်မျှ ရှိနိုင်သည်၊ ယင်း inrush current အား မည်သို့မည်ပုံ လျှော့ချမည်၊ reduced voltage starter များ တပ်ဆင်ပေးရန် လိုမလို၊ လက်ရှိ ဓါတ်အားစံနစ်ဖြင့် မော်တာများအား ကောင်းကောင်းမွန်မွန် မောင်းနှင်သုံးစွဲနိုင်မှုရှိမရှိ၊ သီးခြား ဓါတ်အားစံနစ်တစ်ခု တပ်ဆင်သုံးစွဲရန် လိုမလို အစရှိသည်တို့အားလည်း ကြိုတင် ထည့်သွင်းစဉ်းစားပေးထားရပါမည်။

စက်ရုံအလုပ်ရုံများသို့ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ဖြန့်ဝေမှုသည် တစ်နေရာနှင့် တစ်နေရာ ကွာခြားမှု ရှိနိုင်ပါသည်။ စက်ရုံများ၏ တည်နေရာ၊ လျှပ်စစ်ဓါတ်အားလိုင်းများ၊ ဓါတ်အားခွဲရုံများနှင့် အနီးအဝေး၊ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ရရှိမှု အခြေအနေအစရှိသော အခြေအနေများအပေါ်တွင်မူတည်ကာ အချို့သောနေရာများတွင် မြင်းကောင်ရေ ထောင်ပေါင်းများစွာရှိသော မော်တာကြီးများအား မောင်းနှင်နိုင်ရန် ဖြစ်နိုင်စေသော်လည်း အချို့သော နေရာများတွင်မူ မြင်းကောင်ရေ ရာဂဏန်းထက် မကျော်သော မော်တာလည်ပတ်ရန်အတွက် reduce voltage starter ကို သုံးစွဲစေပါသည်။

မော်တာတပ်ဆင်ခြင်း

မော်တာတစ်လုံးတပ်ဆင်ရာတွင် nameplate ပေါ်တွင်ဖော်ပြထားသော မြင်းကောင်ရေ၊ service factor (SF)၊ မြင့်တက်နိုင်သော အပူချိန်၊ ဗို့အား၊ ဝန်အားပြည့်လျှပ်စီး (full load current) ပမာဏနှင့် NEMA (National Electric Manufacturers Association) မှ Code Letter စသည်တို့ကို ထည့်သွင်းစဉ်းစားရပါမည်။ မော်တာတပ်ဆင်ရာတွင် အသုံးပြုမည့် conductor အရွယ်အစား၊ ဖြူစ် သို့မဟုတ် circuit breaker အရွယ်အစား နှင့် overload အရွယ်အစားတို့ကို ယေဘုယျအားဖြင့် NEC (National Electrical Code) သို့မဟုတ် IEC (International Electrotechnical Commission) တို့နှင့် အတူ ဒေသဆိုင်ရာ Code များဖြင့် ဆုံးဖြတ်နိုင်ကာ ယခုစာအုပ်တွင်မူ NEC Code ကိုသာ ရည်ညွှန်းမှုပြုပါမည်။

မော်တာအမျိုးအစား

စက်ပစ္စည်းတစ်ခုကို မောင်းနှင်အသုံးပြုရန်အတွက် သင့်လျော်သော မော်တာအမျိုးအစားအား ရွေးချယ်သုံးစွဲရမည်ဖြစ်ကာ စတင်မောင်းနှင်စဉ် အမြန်နှုန်းအား လျှော့ချရန်နှင့် အမြန်နှုန်းအား တဖြေးဖြေးမြှင့်တင်နိုင်ရန် ဂီယာကို အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ wound rotor အင်ဒပ်ရှင်းမော်တာများနှင့် ရှဉ့်လှောင်အိမ် အင်ဒပ်ရှင်းမော်တာ အမျိုးအစား မော်တာများအား variable frequency drive များ အသုံးပြုကာ ထိန်းကျောင်းနိုင်ပါသည်။ synchronous motor များကိုမူ inductive load များအတွက် ပါဝါဖက်တာမှန်ကန်ကောင်းမွန်စေရန် လုပ်ဆောင်ပေးနိုင်စေပါသည်။ လည်ပတ်နှုန်းအမျိုးမျိုး ဖြင့် လည်ပတ်အသုံးပြုလိုပါက ဒီစီမော်တာများအသုံးပြုခြင်းအားဖြင့် ဖြစ်စေ၊ ရှဉ့်လှောင်အိမ် မော်တာများ အတွက် variable frequency drive များ အသုံးပြုခြင်းဖြင့် ဖြစ်စေ မောင်းနှင် အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။

မော်တာနှင့် တွဲဖက်သုံးစွဲမည့် controller အမျိုးအစား

မော်တာတစ်လုံးအား အသုံးပြုလိုသော အနေအထားအပေါ်တွင်မူတည်ကာ မော်တာ starter များကို NEMA (National Electrical Manufacturer Association) နှင့် IEC (International Electrotechnical Commission) ဟူ၍နှစ်မျိုးနှစ်စား ခွဲခြားအသုံးပြုနိုင်ပါသည်။

NEMA သည် လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများနှင့် သက်ဆိုင်သော အမေရိကန်နိုင်ငံမှ အဖွဲ့အစည်းဖြစ် NEMA starter များသည် အရွယ်အစားအားဖြင့် 00 မှ 8 အထိရှိကာ NEMA size 00 သည် ၄၆၀ဗို့၊ တြီသွင် ပါဂါဆပ်ပလိုင်းဖြင့် ချိတ်ဆက်သုံးစွဲနိုင်သော မြင်းကောင်ရေ ၂ ကောင်အားမော်တာကို ထိန်းကျောင်းမောင်းနှင် လုပ်ရန်ဖြစ်ပြီး size 8 starter မှာမူ ၄၆၀ဗို့ ၊ တြီသွင် ပါဂါဆပ်ပလိုင်းဖြင့် ဆက်သွယ်သုံးစွဲနိုင်သော မြင်းကောင်ရေ ၉၀၀ အားရှိမော်တာကို ထိန်းကျောင်းမောင်းနှင်မှု ပြုလုပ်ရန်ဖြစ်ပါ သည်။

IEC Starter များသည် size အားဖြင့် A မှ Z အထိရှိကာ size A starter သည် ၄၆၀ဗို့၊ တြီသွင် ပါဂါဆပ်ပလိုင်း ဖြင့်ဆက်သွယ်သုံးစွဲနိုင်သော မြင်းကောင်ရေ ၃ ကောင်အားမော်တာကို ထိန်းကျောင်းမောင်းနှင်နိုင်ရန်ဖြစ်ကာ size Z starter မှာမူ ၄၆၀ဗို့၊ တြီသွင် ပါဂါဆပ်ပလိုင်းဖြင့် ဆက်သွယ်သုံးစွဲနိုင်သော မြင်းကောင်ရေ ၉၀၀ အားရှိမော်တာကို ထိန်းကျောင်းမောင်းနှင်မှုပြု လုပ်ရန်ဖြစ်ပါ သည်။ IEC Starter တွင်အသုံးပြုသော contactor အရွယ်အစားသည် rating ချင်းတူညီပါက NEMA Starter ၏ contactor အရွယ်အစားအောက်ငယ်သည်ကို သတိပြုထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် IEC Starter များကို ရွေးချယ်ရာတွင် သတ်မှတ်ထားသော အရွယ်အစားထက် ပိုမိုကြီးသော အရွယ်အစား တစ်ခု နှစ်ခုမျှ မြှင့်၍ဂယ်ယူခြင်းဖြင့် contact အရွယ်အစား မတူညီမှုကို မျှတပေးလိုက်နိုင်ပါသည်။

တပ်ဆင်သုံးစွဲမည့် ပတ်ဂန်းကျင်အနေအထား

မော်တာနှင့် မော်တာ ထိန်းကျောင်းမှုစံနစ်တို့အား တပ်ဆင်အသုံး ပြုမည့် ပတ်ဂန်းကျင်အနေအထားသည်လည်း ထည့်သွင်းစဉ်းစားပေးရမည့် အချက်တစ်ခုဖြစ်ပါသည်။ ပုံ ၁.၃ တွင်ပြသထားသော enclosure ကိုဖြစ်စေ၊ ရေငွေ့နှင့် ဖုံမှုံများ မဂင်နိုင်သော enclosure ကိုဖြစ်စေ အသုံးပြုကာ မော်တာ ထိန်းကျောင်းမှုစံနစ်အား ထည့်သွင်းတပ်ဆင်နိုင်ပါသည်။ အန္တရာယ်ရှိသော နေရာများတွင် မူ ပုံ ၁.၄ တွင်ဖော်ပြထားသည့် ပေါက်ကွဲမှုမှုဒဏ်ခံနိုင်သော enclosure အတွင်း ထည့်သွင်းတပ်ဆင်သင့်ပါသည်။

ပုံ ၁.၃ ပုံမှန်သုံးစွဲနေကျဖြစ်သော enclosure (NEMA 1)

မော်တာနှင့် အတူ ဆက်စပ်အသုံးပြုမည့် ပစ္စည်း အစိတ်အပိုင်းများအား တပ်ဆင်သုံးစွဲမည့် နေရာ၊ ပတ်ဝန်းကျင်အနေအထားတို့အပေါ်တွင် မူတည်ကာ ရွေးချယ်တပ်ဆင် သုံးစွဲရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ပုံ ၁.၅ တွင် ဖော်ပြထားသော combination starter တွင် လျှပ်စီးပတ်လမ်းအား ဖြတ်တောက်ရန်အတွက် ဖြစ်၊ circuit breaker တို့နှင့်အတူ starter နှင့် control transformer တို့လည်း ပါရှိပါသည်။ အသုံးပြုမည့် enclosure ၏ မျက်နှာစာတွင် push button များ၊ switch များအား မိမိတို့ အလိုရှိသလို တပ်ဆင်အသုံးပြုနိုင်ပါသေးသည်။

ပုံ ၁.၄ ပေါက်ကွဲမှုဒဏ်ခံနိုင်သော enclosure (NEMA 7)

Code နှင့် Standard များ

စက်များအား ထိန်းကျောင်းမောင်းနှင်သူ နှင့် ယင်းစက်များအနီးရှိလူများအတွက် ဘေးအန္တရာယ် ကင်းရှင်းစေရေးသည်လည်း အရေးပါသော အချက်ဖြစ်ပါသည်။ ၁၉၇၀ ခုနှစ်ခန့်က ပြဋ္ဌာန်းခဲ့သော ခုနှစ်ခန့်က OSHA (The Occupational Safety and Health Act) သည် လုပ်ငန်းရှင်များမှ ဘေးကင်း

လုံခြုံသော ပတ်ဝန်းကျင်တစ်ခုအား ဖန်တီးစေနိုင်ရန်အတွက်ဖြစ်ကာ Underwriters Laboratories ကို Insurance Company များမှ စတင်တည်ထောင်ခဲ့ကာ လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများ ကြောင့်ဖြစ်သော မီးလောင်ကျွမ်းမှုကို လျော့ချနိုင်စေရန်ဖြစ် သည်။ National Electrical Code (NEC) သည် National Fire Protection Association ၏ အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုဖြစ်ကာ လျှပ်စစ်ပစ္စည်း များ တပ်ဆင်အသုံးပြုရမည့် rules and specifications များကို ပြဌာန်းပေးပါသည်။

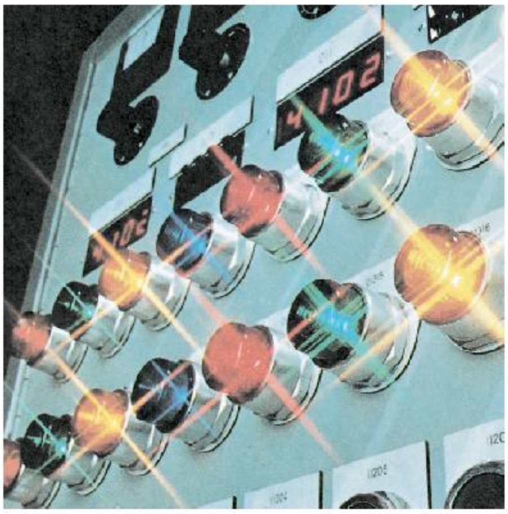
ပုံ ၁.၅ circuit breaker၊ disconnect switch၊ starter နှင့် control transformer တို့ စုစည်းပါဝင်သော combination motor starter

Control System အမျိုးအစားများ

မော်တာ control system များကို အဓိက အားဖြင့် manual၊ semiautomatic နှင့် automatic ဟူ၍ သုံးပိုင်းခွဲခြားနိုင်ပါသည်။ manual control ကိုအသုံးပြုမယ်ဆိုရင်တော့ operator ဟာ system မှ control လုပ်လိုတဲ့ အဆင့်တိုင်းကို controller မှာ သာ လုပ်ဆောင်ပေးနိုင်မှာဖြစ်ပါတယ်။ မော်တာကို တပ်ဆင်ရာမှာလည်း ပါဝါလိုင်းနှင့် တိုက်ရိုက်တပ်ဆင် မောင်းနှင်နိုင်ပြီး ရိုးရှင်းလှပါတယ်။ သုံးစွဲလိုတဲ့ အခြေအနေအပေါ်မှာ မူတည်ပြီး ဝန်အားပိုကာကွယ်မှု နှင့် low voltage release အစရှိတာတွေကို တပ်ဆင်သုံးစွဲမှုပြုနိုင်သလို၊ ယင်းတို့ကို အသုံးမပြုတာတွေကိုလည်းတွေ့မြင်ရမှာ ဖြစ်ပါတယ်။

semiautomatic control မှာတော့ control panel ကို မော်တာ သို့မဟုတ် starter တို့နှင့် ဝေးသောနေရာတွေမှာ ထားရှိနိုင်ပြီး push button များ၊ limit switch များ၊ pressure switch အစရှိသည်များ နှင့်အတူ အခြား sensing လုပ်တဲ့ ပစ္စည်းများကို အသုံးပြုကာ magnetic contactor သို့မဟုတ် starter တို့အလုပ်လုပ်နိုင်စေဖို့အတွက် control လုပ်နိုင်ရန် တပ်ဆင်အသုံးပြုပါတယ်။ starting နှင့် stopping တို့ပြုလုပ်ရန် အတွက် operator အနေဖြင့် မော်တာ သို့မဟုတ် starter အနီးသို့သွားရောက် လုပ်ဆောင်ရန် မလိုတော့ပေ။ စံပြ control panel တစ်ခုကို ပုံ ၁.၇ တွင်ပြထားပါသည်။

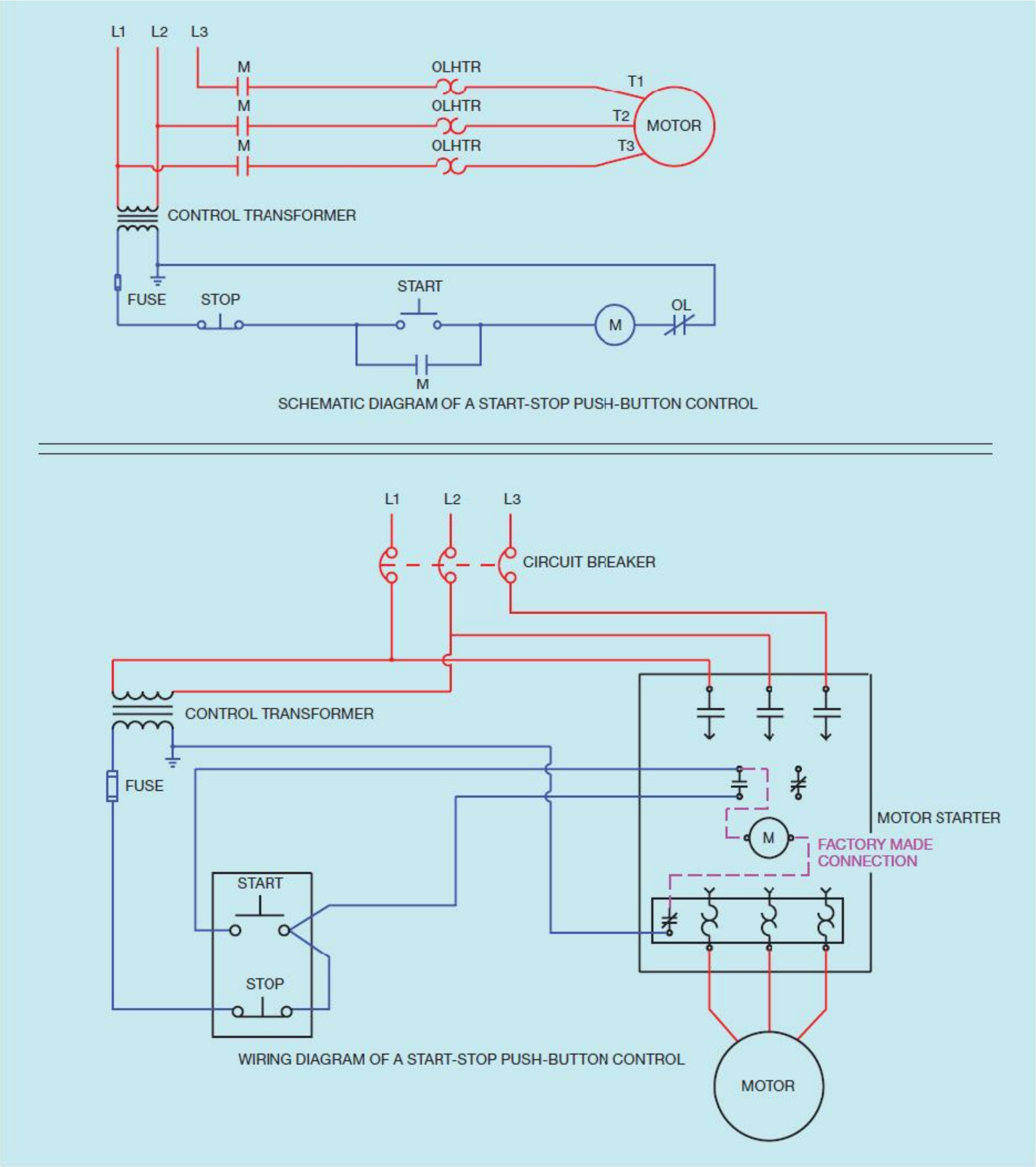
wiring diagram တစ်ခုအနေနှင့် control အစိတ်အပိုင်းများကို ဂါယာ ဆက်သွယ်မှု ပုံအားဖြင့် ရည်ညွှန်းဖော်ပြကြလေ့ရှိပါတယ်။ ပုံ ၁.၇ မှာ ဖော်ပြထားတဲ့ လျှပ်စီးပတ်လမ်းနစ်ခုဟာ အမြင်မှာ မတူညီသလို မြင်တွေ့ကြရပေမယ့် လျှပ်စစ်သဘာဝအရတော့ တူညီကြပါတယ်။



ပုံ ၁.၆ စံပြု push-button အသုံးပြုထားသော control center

Automatic control ကတော့ pilot sensing device တွေမှ magnetic contact သို့မဟုတ် starter တွေကို control လုပ်ပြီး မော်တာကို မောင်းနှင်နိုင်တဲ့အချက်ကလွဲရင် semicontrol နဲ့ သဘော သဘာဝအားဖြင့် တူညီကြပါတယ်။ automatic control ကို အသုံးပြုခြင်းအားဖြင့် operator သည် မည်သည့်အလုပ် ကိုမျှ စတင်လုပ်ဆောင်ရန်မလိုအပ်တော့ပဲ control action တစ်ခုကို set လုပ်ပြီးသည်နှင့် system သည် အလိုအလျောက် ဆက်လက်လုပ်ဆောင်ပေမည်။ ဥပမာတစ်ခုအနေဖြင့် နေအိမ်များတွင် တွေ့နိုင်သော automatic control အသုံးပြုသည့် heating နှင့် cooling စံနစ်တို့တွင်

thermostat အား မိမိလိုချင်သော အပူချိန်အတွက် set လုပ်ထားပြီးသည်နှင့် အိမ်ရှင်မှ heating ဖြစ်လိုသည်ဖြစ်စေ cooling ဖြစ်စေ ထပ်မံလုပ်ဆောင်ပေးရန်မလိုအပ်တော့ပေ။ control circuit အတွင်း ပါရှိသော အာရုံခံ ကရိယာများမှ မော်တာ overload ဖြစ်ခြင်း၊ current များသတ်မှတ်ပမာဏထက်ပိုမို စီးခြင်း အစရှိသည်တို့ဖြစ်ပေါ်သောအခါတွင် system ကို အလိုအလျောက် ပိတ်လိုက်မည်ဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၁.၇ start-stop push button control တစ်ခုအား ဂါယာသွယ်တန်းပုံ

မော်တာ control လုပ်ဆောင်ခြင်း

မော်တာ control system မှ လုပ်ဆောင်သော အခြေခံလုပ်ဆောင်ချက်များကို နားလည်ရုံသာမက လိုအပ်သော circuit logic တစ်ခု အောင်အောင်မြင်မြင်ဖန်တီးရရှိရန် အတွက် control component များကို မည်သို့အသုံးပြုရမည်ဆိုသည်ကိုလည်း သိရှိနားလည်စေရမည်ဖြစ်ပါသည်။

မော်တာ စတင်မောင်းနှင်ခြင်း (Starting)

Control လျှပ်စီးပတ်လမ်းအား အသုံးပြုရခြင်း၏ ရည်ရွယ်ချက်မှာ မော်တာတစ်လုံးကို စတင်အလုပ်လုပ်နိုင်စေရန်အတွက်ဖြစ်ကာ လျှပ်စီးပတ်လမ်း၏ လိုအပ်ချက်အပေါ်တွင်မူတည်၍ နည်းလမ်းပေါင်းများစွာကို အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ အရှင်းဆုံးသော starting လုပ်နည်းမှာ across-the-line ဖြစ်ပြီး ယင်းနည်းတွင် မော်တာကို power line တွင် တိုက်ရိုက်ဆက်သွယ် တပ်ဆင်ပါသည်။ မည်သို့ပင်ဖြစ်စေ အဓိက လိုအပ်ချက် မှာ သတ်မှတ်အချိန်အတွင်း မော်တာကို low speed မှ full speed သို့ လည်ပတ်မှုအရှိန်မြှင့်တင်သွားစေ ရန်ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းအချက်ကို ramping ဟု သုံးနှုံးပါသည်။ အခြားသော အခြေအနေတွင် current သို့မဟုတ် torque ကို starting လုပ်နေစဉ်တွင် limit လုပ်ပေးရန် လိုပါသည်။ အခြားသော နည်းအချို့ကို ယခုစာအုပ်နောက်ပိုင်းတွင် ဆွေးနွေးပေး မည်ဖြစ်ပါသည်။

ရပ်တန့်ခြင်း (Stopping)

Control system တစ်ခုအတွက် နောက်ထပ်အရေးပါသော လုပ်ဆောင်ချက်တစ်ခုမှာ မော်တာကို stop လုပ်ရန်ဖြစ်ပါသည်။ မော်တာကို power line မှ ဖြတ်တောက်ပြစ်လိုက်ခြင်းအားဖြင့် ဖြစ်စေ၊ လျှပ်စီးပြတ်တောက်ခြင်းဖြင့်ဖြစ်စေ မော်တာအား ရပ်တန့်နိုင်ပါသည်။ အချို့သော အခြေအနေများတွင် မော်တာကို အလျှင်အမြန်ရပ်လိုပါက မော်တာရပ်စေရန် load တစ်ခုသက်ရောက်စေခြင်းကဲ့သို့သော နည်းလမ်းကို အသုံးပြုကာ brake လုပ်နိုင်ပါသည်။

Jogging သို့မဟုတ် Inching လုပ်ခြင်း

မော်တာတစ်လုံးအား power အနည်းငယ်မျှအား ခဏတာမျှပေးခြင်းဖြင့် Jogging နှင့် Inching အဖြစ် မိမိလိုအပ်သော အနေအထားအထိ လည်ပတ် ရွေလျား စေရန် အသုံးပြုပါသည်။ jogging နှင့် inching တို့၏ အဓိက ကွာခြားချက်မှာ jogging သည် မော်တာအား full line voltage ဖြင့် ရုတ်တရက်

ချိတ်ဆက်အသုံးပြုခြင်းဖြစ်ကာ inching မှာမူ မော်တာ အား reduce voltage ဖြင့် ရုတ်တရက် ချိတ်ဆက်လုပ်ဆောင်ခြင်းဖြစ်ပါသည်။

လည်ပတ်နှုန်း ကို ထိန်းချုပ်ခြင်း (Speed Control)

အချို့သော control system များအား variable speed ကို အလိုရှိသောအခါတွင် အသုံးပြုကြပါသည်။ ယင်းအချက်ကို လုပ်ဆောင်နိုင်ရန် နည်းလမ်းများစွာရှိပါသည်။ အသုံးများသော နည်းတစ်ခုမှာ အေစီမော်တာများအတွက် variable frequency control ကိုသုံးခြင်းဖြစ် ကာ ဒီစီမော်တာများအတွက်ဆိုပါက armature နှင့် field သို့ပေးသော ဗို့အားကို control လုပ်ခြင်း ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းအချက်ကို ယခုစာအုပ်အတွင်း ဆက်လက်ဆွေး နွေးပါမည်။

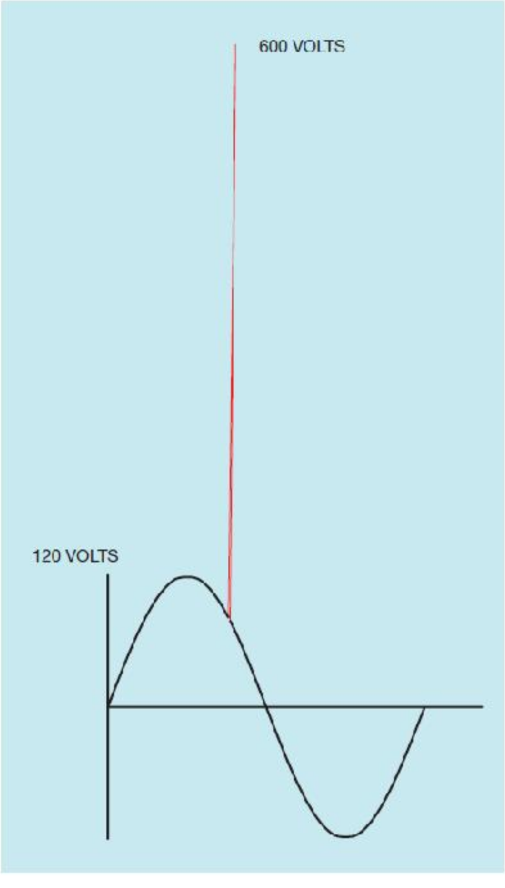
မော်တာ နှင့် လျှပ်စီးပတ်လမ်းအား ကာကွယ်မှုပြုခြင်း

မော်တာနှင့် circuit components များ နှစ်ခုစလုံးတို့အား protection လုပ်ခြင်းသည် မော်တာ control system အတွက် အရေးပါသော အချက်ဖြစ်ပါသည်။ fuse များနှင့် circuit breaker များအား circuit protection အတွက် ယေဘုယျအားဖြင့် အသုံးပြုကြကာ overload relay များကို မူ မော်တာ protection လုပ်ရန် အသုံးပြုပါသည်။ မတူကွဲပြားသော overload relay များကို နောက်ပိုင်းတွင်ဆွေးနွေးသွားပါမည်။

ဗို့အား Surge များမှ ကာကွယ်ခြင်း

Control circuit များတွင် တွေ့နိုင်သော နောက်ထပ် အချက်တစ်ခုမှာ relay coil သို့မဟုတ် contactor များ turn off လုပ်သောအခါတွင် သံလိုက်စက်ကွင်းများ collapse ဖြစ်ခြင်းကြောင့် voltage spike များ သို့မဟုတ် surge များဖြစ်ပေါ်ခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ယင်းသို့ သံလိုက်စက်ကွင်းများ collapse ဖြစ်ခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသော voltage spike များသည် ဗို့အား ရာဂဏန်းကျော်မျှ (ပုံ ၁.၈) ရှိပါသည်။ ယင်းသို့သော ဗို့အားမြင့်မားသော surge များသည် power line နှင့် ဆက်သွယ်ထားသော အီလက်ထရွန်နစ် အစိတ်အပိုင်းများအား ပျက်စီးစေပါသည်။ voltage spike များသည် programmable logic controller များနှင့် temperature၊ pressure စသည်တို့ကဲ့သို့သော တိုင်းတာမှုပြုသည့် ပစ္စည်းများ တို့အား များစွာ သက်ရောက်မှု ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။

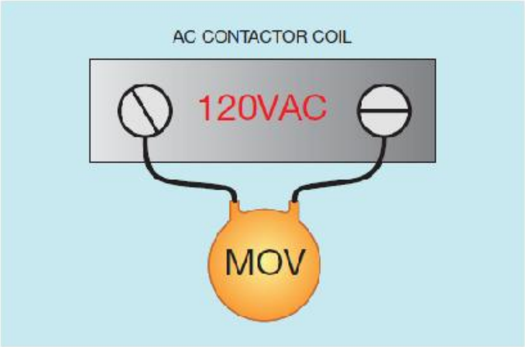
ပြန်လှန်လျှပ်စီး နှင့်ဆက်သွယ်အသုံးပြုသော coil များတွင် တစ်ခါတစ်ရံ ပုံ ၁.၉ တွင်ပြထား သည့်အတိုင်း metal oxide varistor (MOV) ကို အသုံးပြုကြပါသည်။ metal oxide varistor များသည် voltage sensitive resistor များ ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းတို့ အပေါ်သက်ရောက်သော ဗို့အား ပမာဏပေါ်တွင် မူတည်ကာ သူတို့၏ resistance ကိုပြောင်းလဲနိုင်သော သာရည်ရှိပါသည်။ MOV များအား ယင်းတပ်ဆင် အသုံးပြုမည့် coil ၏ ဗို့အားပမာဏ ထက်မြင့်သော တန်ဘိုးကို ရွေးချယ်တပ်ဆင်ကြပါသည်။ MOV တစ်ခုကို 120 ဗို့အားဖြင့် သုံးသော coil တစ်ခုတွင် တပ်ဆင်အသုံးပြုမည်ဆိုပါက ဥပမာအားဖြင့် 140 ဗို့အား ပမာဏ ရှိသော MOV တစ်ခုကို ရွေးချယ်ရပါမည်။ MOV သို့ သက်ရောက်သော ဗို့အား ကျဆင်းသွား သည်နှင့် ယင်းသည် အတော်အတန်မြင့်မားသော resistance ပမာဏ ကိုဖြစ်စေပြီး ယေဘုယျအားဖြင့် ohm ပမာဏ သန်းပေါင်းများစွာ အထိရှိတတ်ပါသည်။ MOV အတွင်းစီးသော current ကို leakage current ဟုခေါ်ဆိုကာ ယင်းကဲ့သို့သော အလွန်နည်းပါးလှသော လျှပ်စီးသည် အမှန်တစ်ကယ် အလုပ်လုပ် မည့် လျှပ်စီးပတ်လမ်း တွင် စီးဆင်းမည့် လျှပ်စီးအပေါ်တွင် မသက်ရောက်နိုင်ပေ။



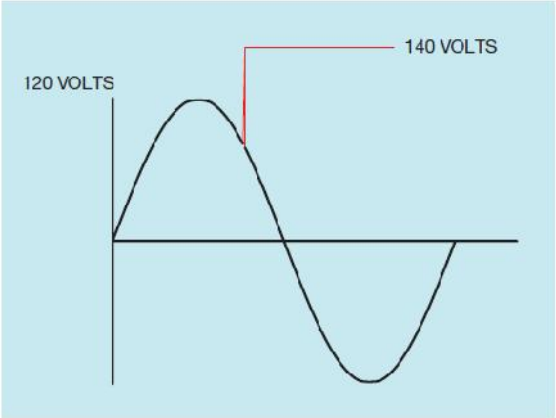
ပုံ ၁.၈ သံလိုက်စက်ကွင်းပြိုကျခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသော ဗို့အား spike တို့သည် ဗို့အား ရာဂဏန်းမျှ ရှိပါသည်။ (မူရင်း။ Delmar/Cengage Learning.)

အကယ်၍ coil သို့သက်ရောက်သော ဗို့အားသည် MOV ၏ ဗို့အား ပမာဏထက်ကျော်လွန်ခဲ့ပါက MOV ၏ resistance သည် ရုတ်တရက် ၂ မှ ၃ ohm ပမာဏ သို့ ကျဆင်းသွားပေမည်။ ယင်းကြောင့် coil ကို short circuit ဖြစ်စေကာ MOV ၏ ဗို့အား ခံနိုင်အားထက် မြင့်မားသော ဗို့အားဖြစ်ပေါ်မှုများ (ပုံ ၁.၁၀) ကို ကန့်သတ်နိုင်သည်။

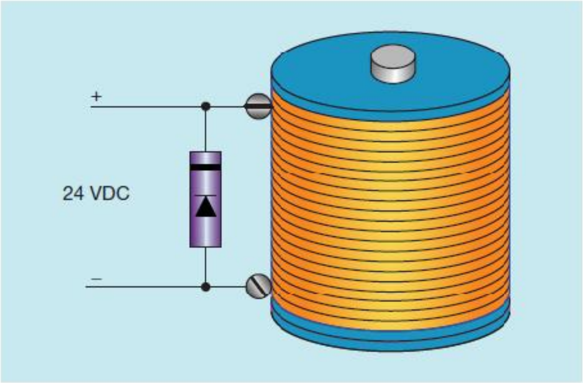
Metal oxide varistor များ၏ resistance တန်ဘိုး သည် ၃ မှ ၁၀ နာနိုစက္ကန့် အတွင်း အလျှင်အမြန်ပြောင်းလဲနိုင်ကြပါသည်။ လျှပ်စီးပတ်လမ်း၏ ဗို့အား သည် MOV ၏ rating အောက်ရောက်သွား ခဲ့သည်ဆိုပါက ယင်းသည် မြင့်မားသော ခုခံမှု တန်ဘိုးသို့ ပြန်ရောက်သွားပေမည်။ voltage spike ကြောင့်ဖြစ်သော energy များကို MOV သည် အပူအဖြစ် စွန့်ထုတ်လိုက်ပါမည်။



ပုံ ၁.၉ Metal Oxide Varistor (MOV) တစ်လုံးအား အသုံးပြုကာ ပြန်လှန်လျှပ်စီး အသုံးပြုသော ကွိုင်တွင် ဖြစ်ပေါ်သော voltage spike များအား ဖယ်ရှားပါသည်။



ပုံ ၁.၁၀ MOV သည် voltage spike အား ၁၄၀ ဗို့မျှ ပမာဏ ရှိစေရန် ကန့်သတ်ပေးပုံ



ပုံ ၁.၁၁ Diode တစ်လုံးအား အသုံးပြုကာ တိုက်ရိုက်လျှပ်စီး အသုံးပြုသော ကွိုင်တွင်ဖြစ်ပေါ်နိုင်သော voltage spike အား တားဆီးပုံ

Diode များကို တိုက်ရိုက်လျှပ်စီး အသုံးပြုသော coil များ အတွက် voltage spike များအား ဖိနှိမ်ခြင်းပြုလုပ်ရန်သုံးသည်။ diode ကို ဗို့အားပေးထားသော coil တွင် (ပုံ ၁.၁၁ အတိုင်း) reverse bias ရရှိစေရန် တပ်ဆင်ပါသည်။ ပုံမှန် operation လုပ်နေစဉ်တွင် diode သည် လျှပ်စီး စီးခြင်းကို block လုပ်ပေးကာ လျှပ်စီးများအား coil အတွင်းသို့ စီးဆင်းစေပါသည်။ ပါဝါကို ဖြတ်တောက်လိုက်သော အခါတွင်မူ coil ပတ်လည်ရှိ သံလိုက်စက်ကွင်းသည် ပြိုကျမှုဖြစ်ခြင်းကြောင့် ယင်း coil တွင်ဗို့အား တစ်ခုကို ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။ ထိုအချိန်တွင် induce voltage သည် apply voltage နှင့်ဆန့်ကျင်ဘက် polarity ဖြစ်သောကြောင့် (Lenz's Law) ယင်း induce voltage မှ diode အား forward bias ဖြစ်စေပါသည်။ silicon diode တွင် forward voltage drop အားဖြင့် ၀.၇ ဗို့ခန့် ရှိပါသည်။ ယင်းကြောင့် induce voltage ကို ၀.၇ ဗို့ဖြင့် limit လုပ်ထားနိုင်ပါသည်။ voltage spike ကြောင့်ဖြစ်သော စွမ်းအင်တို့အား diode သည် အပူအဖြစ် စွန့်ထုတ်လိုက်ပါမည်။

Safety

Control system အမျိုးမျိုးအတွက် အရေးအကြီးဆုံးသော အချက်သည် operator နှင့် machine အနီးရှိနေသော လူများအတွက် လုံခြုံစိတ်ချရမှုပင်ဖြစ်ပါသည်။ machine တစ်ခုစီ၏ လုပ်ဆောင်မှုသဘောသဘာဝအပေါ်တွင်မူတည်ကာ ယင်းသို့သော protection သည် ပြောင်းလည်းမှု ရှိနိုင်ပါသည်။ စက်များတွင် mechanical နှင့် electrical safeguards များကို တပ်ဆင်ထားကြပါသည်။

အခန်း ၂

သင်္ကေတများနှင့် စံပြု ပုံများ

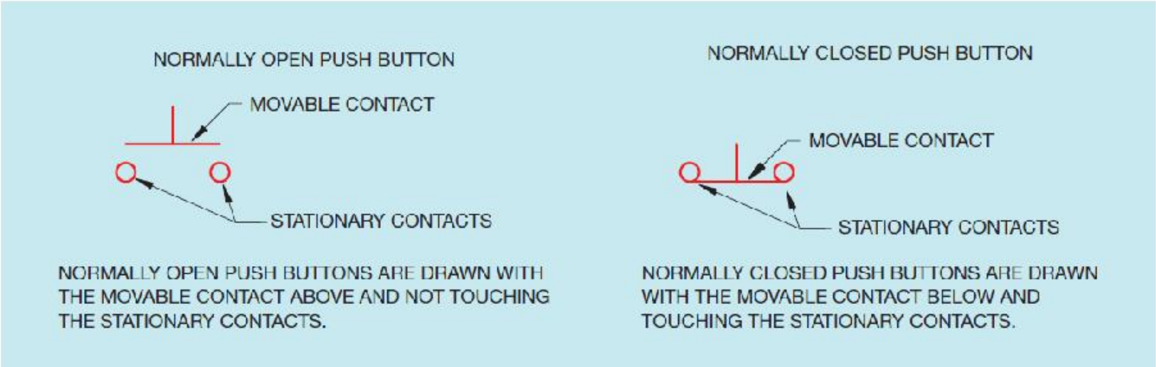
ရိုးရှင်းစွာ ဆွဲသားထားသော schematic ပုံများနှင့် ဂါယာသွယ်တန်းမှု ပုံများသည် မော်တာ control များအတွက် ရေးသားထားသော ဘာသာစကားများဖြစ်ပါသည်။ control လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခု၏ logic ကို ကောင်းမွန်စွာ မလေ့လာရသေးမီ ယင်း schematic ပုံများနှင့် ဂါယာသွယ်တန်းမှုများကို ရေးသားနိုင်ရန် ပထမဦးစွာလေ့လာ သင့်ပါသည်။ မော်တာတို့အား control လုပ်ရန် သီးခြား သင်္ကေတ symbols များ ဟူ၍ သတ်သတ်မှတ်မှတ် စံသတ်မှတ်ချက် မရှိပေ။ control လုပ်ရာတွင် အသုံးပြုသော အစိတ်အပိုင်းများကို ထုတ်လုပ်သော ကုမ္ပဏီ များသည် တစ်ခါတစ်ရံ ယင်းတို့ကိုယ်ပိုင်သုံးစွဲသော symbol များကိုသာ ယင်းတို့၏ schematic ပုံများတွင် သုံးစွဲကြပါသည်။ ထို့အတူ ထုတ်လုပ်သော နိုင်ငံများအပေါ်တွင် မူတည်ကာ မတူကွဲပြားသော control component များအတွက် လုံးဝမတူညီသော symbol အတွဲများကို အသုံးပြုကာ schematic drawing များကို ဆွဲသားအသုံးပြုကြခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။ ထုတ်လုပ်သူ တစ်ယောက်မှ တစ်ယောက် သုံးစွဲသော symbol များ ကွဲပြားကြသော်လည်း လျှပ်စီးပတ်လမ်း လုပ်ဆောင်သည့် သဘာဝ ကို တစ်ခါလေ့လာရုံမျှဖြင့် ယင်းသို့ symbol များ ကွဲပြားသော်လည်း schematic တွင် မည်သည့်အရာကို ရည်ညွှန်းသည်ကို သိနိုင်ပါသည်။

အမေရိကန်ပြည်ထောင်စုတွင် စံပြုသုံးစွဲသော symbol အတွဲမှာ National Electrical Manufacturer's Association (NEMA) မှ သတ်မှတ်ချက်အတိုင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။ ယင်း symbol များကို ယခု အခန်းတွင် ဆွေးနွေးမည်ဖြစ်ပါသည်။

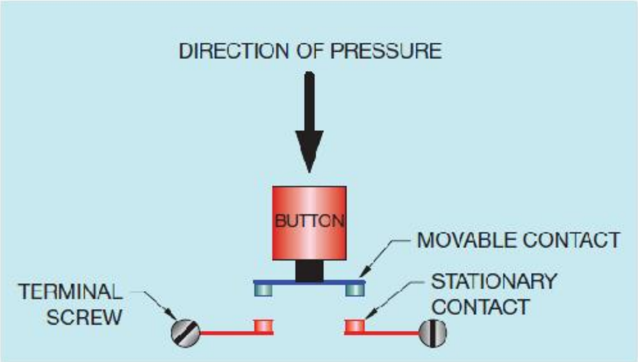
Push Buttons များ

မော်တာတစ်လုံးအား control လုပ်ရန်အတွက်အသုံးပြုမည့် schematic ပုံတွင် အသုံးအများဆုံး symbol တစ်ခုမှာ push button ဖြစ်သည်။ push button များကို normally open သို့မဟုတ် normally closed ဟု ပုံ ၂.၁ တွင် ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း တွေ့နိုင် သည်။ ယင်းတို့သည် များသောအားဖြင့် တစ်ခဏမျှသာ

ဖြစ်သော momentary contact device များဖြစ်ကာ ယင်းတို့ကို ဖိအားတစ်ခုသက်ရောက်ခြင်းဖြင့်သာ connection ကို make သို့မဟုတ် break ဖြစ်နိုင်ပါသည်။ တစ်စုံတစ်ဦး၏ လက်ညှိုးဖြင့် button ပေါ်တွင် ဖိအားတစ်ခု ဖိနှိပ်သက်ရောက်စေခြင်းဖြင့် make သို့မဟုတ် break တစ်ခုခုကိုရရှိစေနိုင်ကာ ယင်းဖိအားကို ဖယ်ရှားလိုက်သည်နှင့် button သည် မူလနေရာသို့ပြန်ရောက်သွားပါမည်။



ပုံ ၂.၁ NEMA မှ စံပြုသတ်မှတ်ထားသော push-button သင်္ကေတများ



ပုံ ၂.၂ button ကိုနှိပ်လိုက်စဉ်တွင် ရွေ့လျားနိုင်သော contact များသည် တည်ငြိမ်နေသော contact များနှင့် တံတားသဖွယ် ထိတွေ့ဆက်သွယ်စေခြင်း

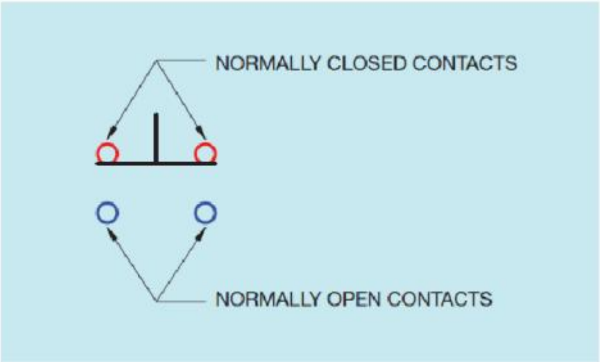
Push button တွင် ရွေ့လျားနိုင်သည့် movable contact နှင့် ရပ်တန့်သော တည်ငြိမ် stationary contact နှစ်ခုစလုံးပါဝင်သည်။ stationary contact များကို terminal screw များဖြင့် ဆက်သွယ်ထားသည်။ normally open ဖြစ်နေသော push button ကို ဆွဲသားရာတွင် movable contact သည် အပေါ်တွင် ရှိနေရမည်ဖြစ်ပြီး၊ stationary contact များကို ထိမနေစေရပါ။ ထို့ကြောင့် stationary contact များသည် movable contact များနှင့် မထိခြင်းကြောင့် open circuit တစ်ခုဖြစ်နေပြီး၊ stationary contact တစ်ခုမှ

နောက်တစ်ခုသို့ current မစီးနိုင်တော့ပေ။ ထိုသို့သော သဘောဖြင့် symbol ကိုဆွဲသားထားကာ ဖိအားတစ်ခုအား movable contact သို့ သက်ရောက်စေပါမည်။ button ကိုဖိလိုက်သော အခါတွင် movable contact သည် အောက်သို့ ဆင်းသွားပြီး stationary contact နှစ်ခုကို တံတားသဖွယ် ပုံ ၂.၂ အတိုင်းဆက်သွယ်လိုက်ပါမည်။ button မှ ဖိအား ကို ဖယ်ရှားလိုက်သောအခါတွင် spring ကြောင့် movable contact သည် မူလနေရာ သို့ပြန်ရောက်သွားပေမည်။

Normally close ဖြစ်နေသော push button အတွက် symbol ကိုဆွဲသားရာတွင် movable contact ကို အောက်တွင်ထားကာ stationary contact နှစ်ခုကို ထိနေစေရပါမည်။ ထို့ကြောင့် movable contact သည် stationary contact နှစ်ခုကို ထိနေခြင်းကြောင့် လျှပ်စီးပတ်လမ်းပြည့်နေကာ stationary contact တစ်ခုမှ နောက်တစ်ခုသို့ လျှပ်စီး စီးနေစေပါသည်။ အကယ်၍ button ကို အားဖြင့်ဖိလိုက်ပါက movable contact သည် stationary contact နှစ်ခုမှ လွတ်သွားကာ လျှပ်စီးပတ်လမ်းကို open ဖြစ်သွားစေပါသည်။

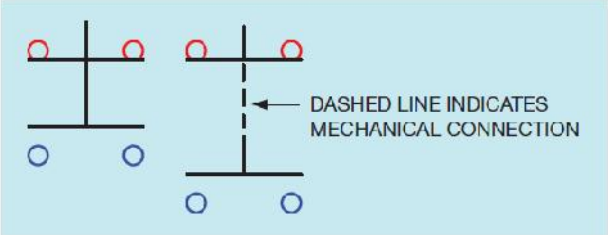
အလုပ်နှစ်မျိုး လုပ်နိုင်သော Push Button များ

စက်ရုံများတွင် အသုံးများသော push button နောက်တစ်မျိုးမှာ ပုံ ၂.၃ တွင်ပြထားသည့် double acting pushbutton ဖြစ်ပါသည်။ Double acting push button များတွင် normally open နှင့် normally closed နှစ်ခုစလုံးပါဝင်သည်။ ယင်း push buttons များကို လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် ဂါယာဆက်သွယ် သုံးစွဲရာတွင် contact အတွဲများကို မှန်ကန်စွာ ဆက်သွယ်ရန်လိုပါသည်။ စံပြ double acting push button ကို ပုံ ၂.၄ တွင်ပြထားကာ ယင်းတွင် terminal screw လေးလုံးပါဝင်သည်။



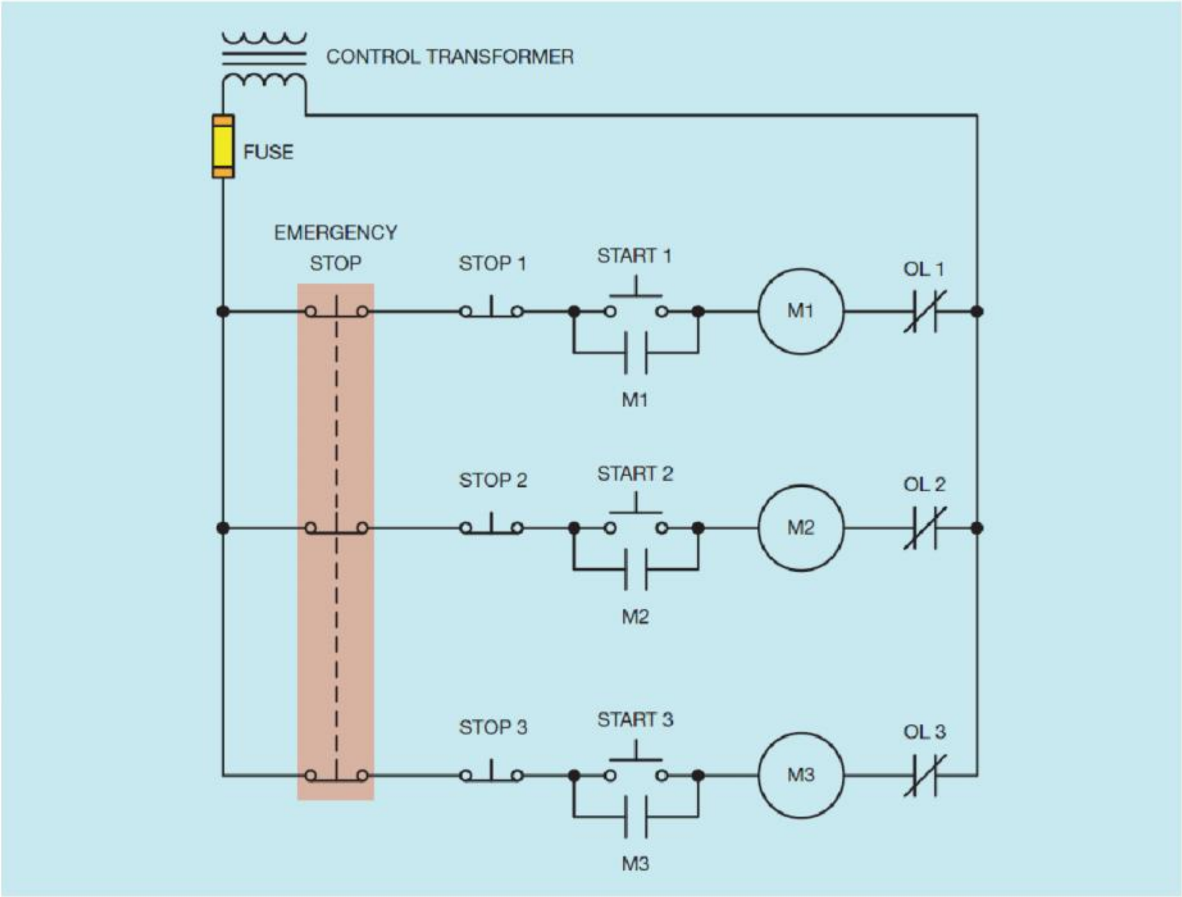
ပုံ ၂.၃ အလုပ်နှစ်မျိုး လုပ်နိုင်သော button

ပုံ ၂.၄ အလုပ်နှစ်မျိုးလုပ်နိုင်သော push button ပုံ



ပုံ ၂.၅ အလုပ်နှစ်မျိုးလုပ်နိုင်သော push button နှင့်သက်ဆိုင်သည့် အခြားသော သင်္ကေတများ

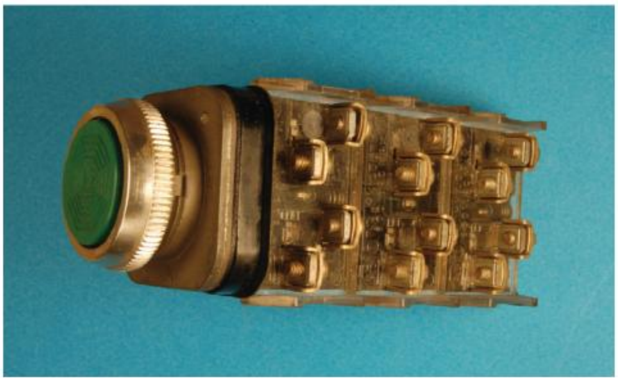
Double acting push button ၏ symbol ကို ပုံ ၂.၅ အတိုင်း အမျိုးမျိုးဆွဲသားနိုင်ပါသည်။ ဘယ်ဘက်ခြမ်းရှိ symbol တွင် movable contact နှစ်ခုအား common shaft တစ်ခုဖြင့် ဆက်သွယ်ထားသည်။ button ကိုဖိလိုက်သောအခါတွင် အပေါ်ဘက်ရှိ stationary contact နှစ်ခုသည် movable contact နှစ်ခုမှ break away ဖြစ်သွားကာ အောက်ဖက်ရှိ movable contact သည် အောက်ဖက်ရှိ stationary contact နှစ်ခုအား bridge အဖြစ်လုပ်ပေးပေမည်။ ညာဘက်ရှိ symbol သည် လည်း အလားသကျကွာနဲတူကာ ယင်းတွင် movable contact နှစ်ခုပါရှိသည်။ ညာဘက်ခြမ်းရှိ symbol သည် push button symbol နှစ်ခုအား မျဉ်းဆက်ဖြင့် အတူဆက်ထားသကဲ့သို့ ဖြစ်ကာ ယင်းအချက်သည် components များအား mechanically ဆက်ထားသကဲ့သို့ဖြစ်ပါသည်။ အကယ်၍ component တစ်ခုကို press လုပ်လိုက်ပါက မျဉ်းဆက်ဖြင့်ဆက်သွယ်ထားသည်များအားလုံးကို press လုပ်လိုက်သကဲ့သို့ ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းအချက်သည် push button contact များစွာအား button တစ်ခုတည်းနှင့် control လုပ်နိုင်သည့် အသုံးတည့်သော နည်းလမ်းဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၂.၆ မော်တာ အားလုံးအား emergency stop အသုံးပြုကာ ရပ်တန့်ပေးနိုင်ပါသည်။

Stacked Push Button များ

အသုံးများသော multiple push button များ၏ connection ကို ပုံ ၂.၆ တွင်ပြထားပါသည်။ ယင်း ဥပမာတွင် stop button တစ်ခုကို emergency stop button ဟု ယူဆကာ မော်တာသုံးလုံးအား တစ်ချိန်တည်းတွင် ရပ်တန့်နိုင်စေရန် ပြုလုပ်ထားပါသည်။ contact များစွာပါသည့် push button ကို တစ်ခါတရံ stacked push button များဟုခေါ်သည်။ Stacked push button များကို push button တစ်ခုတည်းဖြင့် ပုံ ၂.၇ အတိုင်း contact များစွာကို ဆက်သွယ်သုံးစွဲနိုင်ရန်ပြုလုပ်ထားပါသည်။



ပုံ ၂.၇ stacked push button များအား contact များစွာအား ဆက်သွယ် အသုံးပြုနိုင်စေရန် ပြုလုပ်ထားပုံ

Push-Pull Button များ

အသုံးများသော push button နောက်တစ်မျိုးမှာ ပုံ ၂.၈ တွင်ပြထားသော push-pull button ဖြစ်ပါသည်။ အချို့သော push-pull button များတွင် normally open နှင့် normally closed ဟူသော contact များပါဝင်ကာ ယင်းတို့သည် double acting push button နှင့် အလားတူသော်လည်း contact ထားရှိမှုမှာ ကွဲပြားမှုရှိပါသည်။ push-pull button ကို အသုံးပြုခြင်းအားဖြင့် start နှင့် stop လုပ်ဆောင်ချက်များကို push button တစ်ခုတည်းဖြင့် လုပ်နိုင်စေကာ ဒုတိယ push button အတွက် လိုအပ်သော နေရာကို လျှော့ချနိုင်စေ ရန်ဖြစ်ပါသည်။ push-pull button ၏ symbol ကို ပုံ ၂.၉ တွင်ပြထားပါသည်။ button ကို pull လုပ်လိုက်လျှင် normally closed contact သည် close ဖြစ်လျှက်ရှိကာ normally open contact မှာမူ stationary contact နှစ်ခုကို ပေါင်းကူးပေးလိုက်ခြင်းအားဖြင့် လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ပတ်ပြည့်စေသည်။ button ကို လွှတ်လုပ်လိုက်လျှင် normally open contact သည် မူလ နေရာသို့ပြန်ရောက်သွားကာ normally close အပိုင်းသည်လည်း close ဖြစ်လျှက်ပင်ရှိနေပါသည်။ button ကို push လုပ်လိုက်သောအခါတွင် normally closed အပိုင်းသည် open ဖြစ်ကာ လျှပ်စီးပတ်လမ်းအား ဖြတ်တောက်လိုက်ပြီး normally open အပိုင်းမှာ မူ open ဖြစ်လျှက်ရှိနေပေမည်။ push-pull button တစ်ခုကို start-stop အဖြစ် အသုံးပြုထား သော schematic diagram ကို ပုံ ၂.၁၀ တွင်ပြထားသည်။

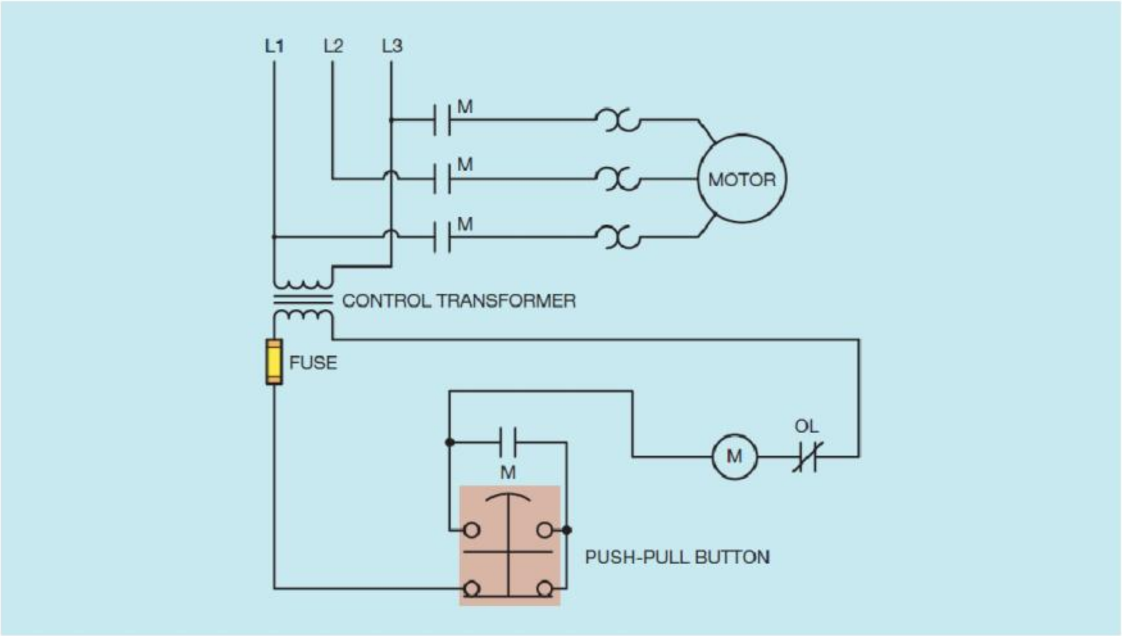
Push-pull button များတွင် normally open contact နှစ်ခုပါသော ပုံ ၂.၁၁ အမျိုးအစားကိုလည်း ရရှိနိုင်ပါသည်။ ယင်း button များကို တစ်ခါတရံ တွင် run-jog control လုပ်ရန် အတွက်လည်းရရှိနိုင်သည်။ ယင်းအချက်ကို လုပ်ဆောင်ရာတွင် run function အား control relay သုံးခြင်းအားဖြင့် ရရှိနိုင်ကာ ပုံ ၁.၁၂ တွင်ပြထားပေသည်။ button ကို အောက်သို့ဖိချရာတွင် M coil ပါသော circuit သည် ပြည့်သွား

ပြီးနောက် open ဖြစ်နေသည့် M contact များကို close ဖြစ်စေခြင်းဖြင့် မော်တာကို power line ဖြင့် ချိတ်ဆက်ပေး လိုက်ပါသည်။ button ကို လွှတ်လုပ်လိုက်သောအခါတွင် contact သည် reopen ဖြစ်ကာ ထိုသို့ပြုလုပ်လိုက်ခြင်းအားဖြင့် M coil ကို de-energize ဖြစ်စေခြင်းဖြင့် M contact များကို reopen ဖြစ်စေကာ မော်တာကို power line မှ ဖြတ်တောက်ပေးပါသည်။ button ကို အပေါ်ဖက်သို့ ဆွဲတင်လိုက်သော အခါတွင် CR relay အတွက် လျှပ်စီးပတ်လမ်း တစ်ပတ်ပြည့်စေကာ normally open ဖြစ်နေသော CR contact နှစ်ခုစလုံးကို close ဖြစ်စေသည်။ button ၏ run section နှင့် အပြိုင်ချိတ်ထားသော CR contact တစ်ခုသည် button ကို release လုပ်သော်လည်း CR coil သို့ power ဆက်လက်ရောက်ရှိနေစေသည်။ button ၏ jog secton နှင့် အပြိုင်ချိတ်ထားသော CR contact သည် close ဖြစ်ကာ M coil ကို energize ဖြစ်စေခြင်းဖြင့် မော်တာကို power line နှင့်ဆက်သွယ်ပေးသည်။ stop button ကို မနှိပ်မချင်း မော်တာ သည် လည်ပတ်နေပေလိမ့်မည်။

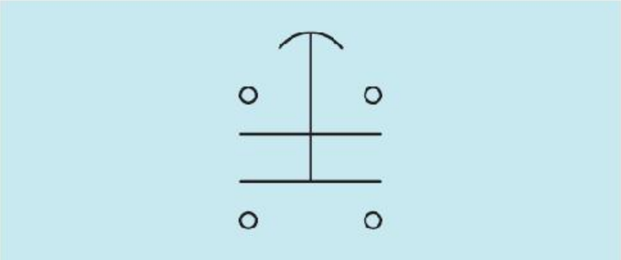
ပုံ ၂.၈ push-pull button တစ်လုံး၏ ပုံ

ပုံ ၂.၉ push-pull button ၏ သင်္ကေတ

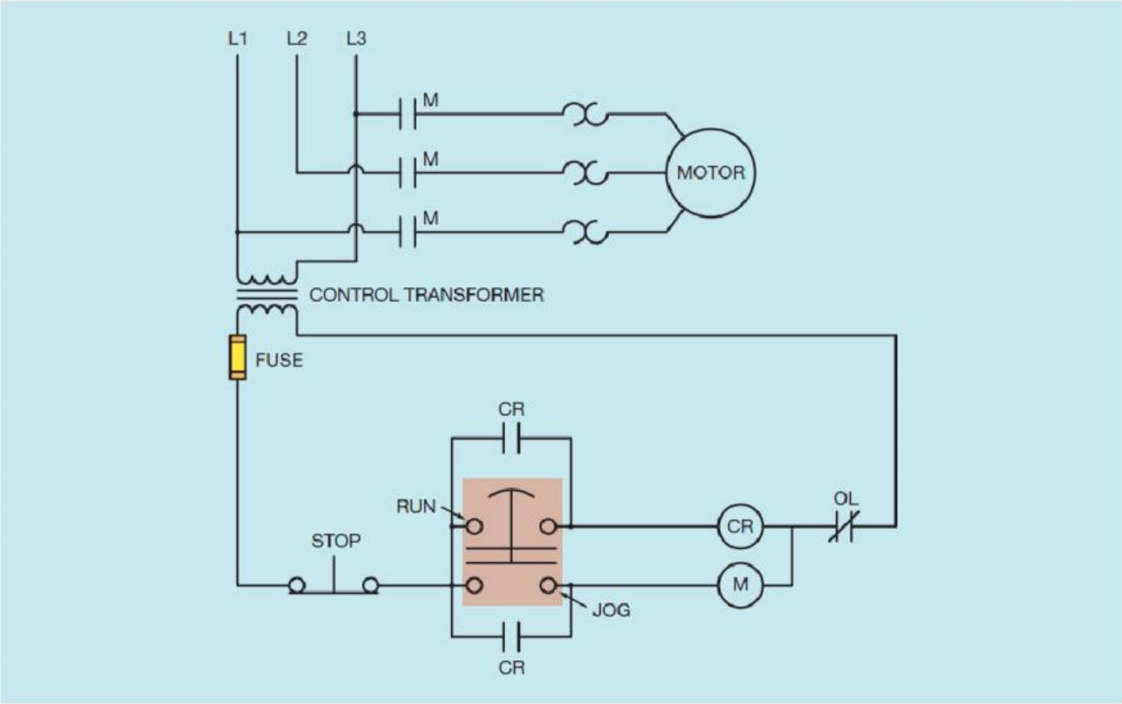
Push-pulll button များကို normally closed contact နှစ်ခုပါသော ပုံ ၂.၁၃ အမျိုးအစားအဖြစ်လည်း ရရှိနိုင်ပါသည်။ ယင်း button များသည် ယေဘုယျအားဖြင့် မတူကွဲပြားသော မော်တာ နှစ်လုံးအား ပုံ ၂.၁၄ အတိုင်း stop လုပ်နိုင်ရန်သုံးနိုင်ပါသည်။ button ကို အပေါ်သို့ ဆွဲတင်လိုက်သောအခါတွင် အပေါ်ဘက်ခြမ်းရှိ stationary contact နှစ်ခုသည် broke ဖြစ်သွားကာ M1 coil ကို de-energize ဖြစ်စေသည်။ အောက်ဘက်ခြမ်းရှိ button သည် closed ဆက်ဖြစ်နေပေလိမ့်မည်။ button ကို ဖိလိုက်သောအခါတွင် အပေါ်ဘက်ခြမ်းသည် closed ဆက်လက်ဖြစ်နေကာ အောက်ဘက်ခြမ်းသည် open ဖြစ်ပြီးနောက် M2 coil နှင့်ဆက်သွယ်ထားသည်တို့အား break လုပ်လိုက်ပေမည်။



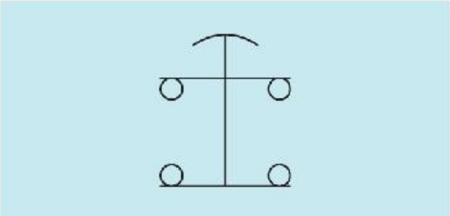
ပုံ ၂.၁၀ push-button အား start-stop control အနေဖြင့် အသုံးပြုပုံ



ပုံ ၂.၁၁ အချို့သော push-button များတွင် normally open contact နှစ်ခု အစား တစ်ခုမှာ normally open ဖြစ်နေပြီး အခြားတစ်ခုမှာ normally closed ဟူသော contact များ ပါရှိတတ်ပါသည်။

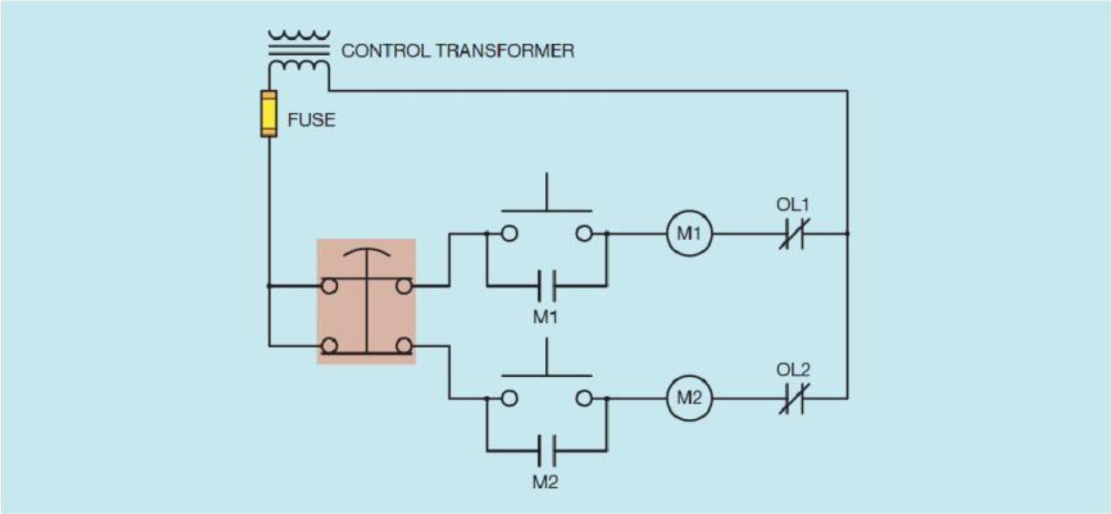


ပုံ ၂.၁၂ run-jog လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် push-pull button အား အသုံးပြုထားပုံ



ပုံ ၂.၁၃ normally closed ဖြစ်နေသော contact နှစ်ခုပါဝင်သော push-pull button

Push-pull button များ မည်သို့အနေအထားဖြင့် ရှိနေသည်ဖြစ်စေ၊ ယင်းတို့အား control circuit တွင် မည်သို့ ထည့်သွင်း သုံးစွဲသည်ဖြစ်စေ၊ နေရာ တစ်ခုတည်းတွင် မတူညီသော အလုပ်နှစ်ခု အနေဖြင့် လုပ်ဆောင်နိုင်စေရန် အသုံးပြုကြပါသည်။ လက်ရှိ ရှိနေသော control panel တွင် ထပ်မံလိုအပ်သော control လုပ်ရန်လိုအပ်သည်တို့တပ်ဆင်ရန် အပို push button အတွက် နေရာမရှိတော့ပါက ယင်းသို့သော push-pull button တို့ကို အကောင်းဆုံး ရွေးချယ် အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။



ပုံ ၂.၁၄ push-pull button ရှိ normally closed ဖြစ်နေသော contact နှစ်ခုအား အသုံးပြုကာ မတူကွဲပြားသော မော်တာနှစ်လုံးအား ရပ်တန့်မှုတစ်ခု ရရှိစေပုံ

အလင်းရောင်ပါသော push button များ

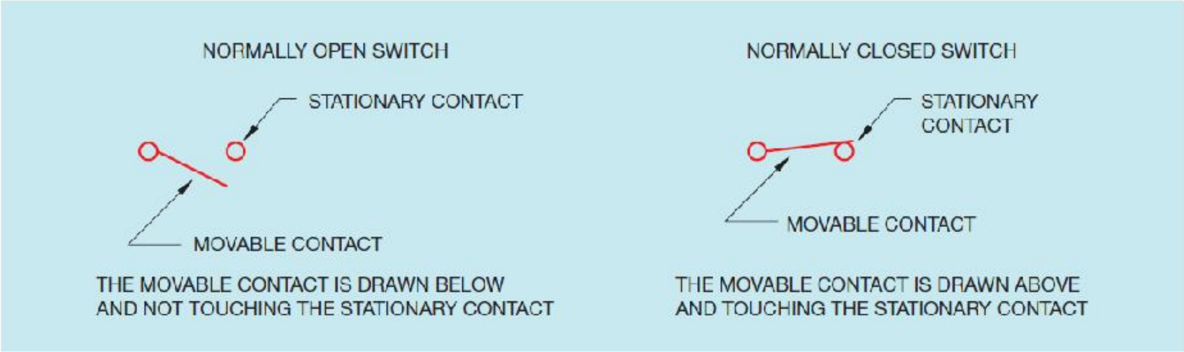
အလင်းရောင်ပါသော push button များသည် နေရာတစ်ခုစာတွင် ဒုတိယ function တစ်ခုကို လုပ်ဆောင်ရန် သုံးကာ ပုံ ၂.၁၅ တွင် ဥပမာ အနေဖြင့် မြင်နိုင်သည်။ ယင်းတို့အား မော်တာတစ်လုံးအား running လုပ်ရန်၊ stop လုပ်ရန် သို့မဟုတ် overload အခြေအနေတွင် trip လုပ်ရန် စသည့် အခြေအနေတို့တွင် အသုံးပြုသည်။ များသောအားဖြင့် အလင်းရောင်ပါသော push button များကို တပ်ဆင်ရာတွင် ဗို့အား အနည်းငယ်မျှသာ လိုအပ်သောကြောင့် ထိုသို့သော ဗို့အားရရှိစေရန် အတွက် သေးငယ်သော transformer ကို ပုံ ၂.၁၆ အတိုင်း တပ်ဆင်အသုံးပြုကြပါသည်။ အရောင်အမျိုးမျိုး အတွက် lens cap များဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။

ပုံ ၂.၁၅ အလင်းရောင်ပါသော push button

ပုံ ၂.၁၆ အလင်းရောင်ပါသော push button များအား ဗို့အားလျော့ချပေးနိုင်သည့် သေးငယ်သော transformer ဖြင့် တွဲလျက် တပ်ဆင်အသုံးပြုပုံ

Switch သင်္ကေတ များ

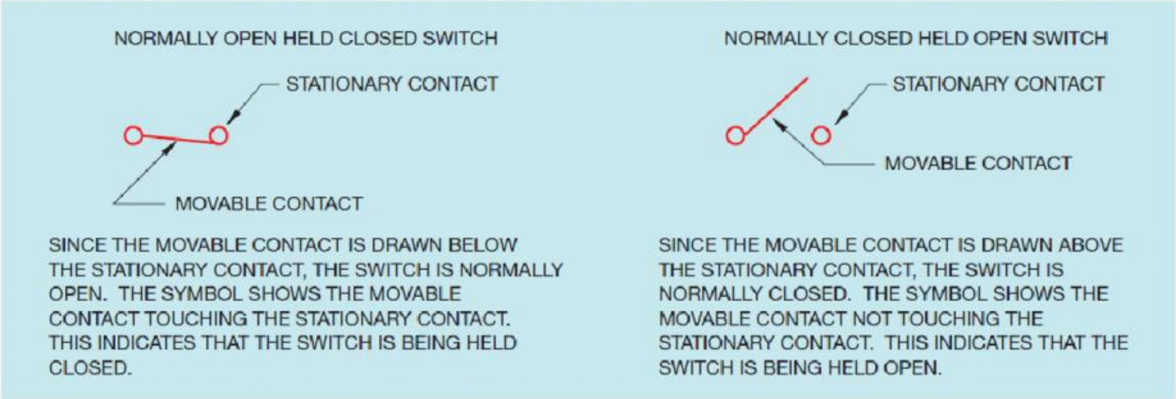
Switch Symbol များကို အသုံးများသည့် control sensing device များအား ကိုယ်စားပြုနိုင်ရန် အသုံးပြုပါသည်။ အခြေခံအားဖြင့် normally open (NO)၊ normally closed (NC)၊ normally open held closed (NOHC)၊ နှင့် normally closed held open (NCHO) ဟူ၍ switch ပုံစံ လေးမျိုးရှိပါသည်။ ယင်း switch များအား ဆွဲသားပုံ ကို နားလည်နိုင်ရန် အတွက် ပုံ ၂.၁၇ တွင် ပြသထားသည့်အတိုင်း normally open နှင့် normally closed စသည့် switch များအား မည်သို့ စတင်ဆွဲသားသည်ကို စတင်လေ့လာသင့်ပါသည်။



ပုံ ၂.၁၇ normally open (NO) နှင့် normally closed (NC) switch များအတွက် အသုံးပြုသော သင်္ကေတများ

Normally open switch များအားဆွဲသားရာတွင် movable contact ကို အောက်တွင်ထားကာ stationary contact များအား ထိမနေစေရပါ။ Normally close switch များကို ဆွဲသားရာတွင်မူ movable contact သည် အထက်တွင်ရှိနေစေကာ stationary contact နှင့် ထိနေစေရပါမည်။

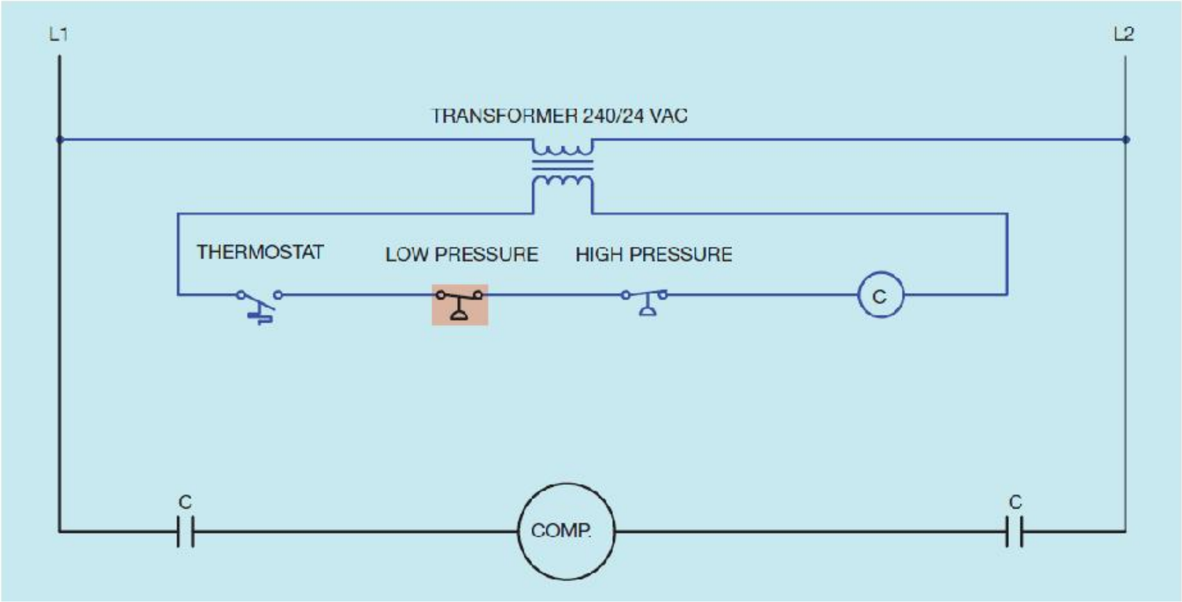
Normally open held closed နှင့် normally closed held open switch များကို ပုံ ၂.၁၈ တွင် ပြထားပါသည်။ မှတ်သားရန်မှာ normally open held closed ၏ movable contact သည် stationary contact အောက်တွင် ထားရှိဆွဲသားရန်ဖြစ်ပါသည်။ movable contact အား stationary contact အောက်တွင်ထားရှိဆွဲသားခြင်းအားဖြင့် switch သည် normally open ဖြစ်သည်ကို ဆိုလိုပါသည်။ movable contact သည် stationary contact ၏ အောက်ဘက်တွင် ဆွဲသားထားရခြင်း အချက်မှာ switch သည် normally open ဖြစ်နေသည်ကို ပြနိုင်ရန်ဖြစ်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် movable contact သည် stationary contact ကို ထိလျှက်ရှိနေသော်လည်း လျှပ်စီးပတ်လမ်း တစ်ခုကို ဖြစ်စေသည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် holding လုပ်ထားသော အရာတစ်ခုကြောင့် contact သည် closed ဖြစ်လျှက်ရှိနေသောကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၂.၁၈ normally open held closed (NOHC) နှင့် normally closed held open (NCHO) switch တို့အတွက် သင်္ကေတများ

အလွန်ကောင်းမွန်သော ဥပမာတစ်ခုမှာ လေအေးပေးစက် လျှပ်စီးပတ်လမ်းများ (ပုံ ၂.၁၉) များစွာတွင်တွေ့နိုင်သော low pressure switch ဖြစ်ပါသည်။ ယင်း low pressure switch သည် အလုံပိတ်ထားသော sealed system အတွင်းရှိ refrigerant ကြောင့် held closed ဖြစ်နေစေပါသည်။ အကယ်၍ refrigerant တို့သည် ယိုစိမ့်မှုရှိပါက contact ကို မူလ open position သို့ ပြန်ရောက်စေရန် လုံလောက်သော pressure နိမ့်ကျမှုကို ဖြစ်စေနိုင်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် လျှပ်စီးပတ်လမ်းကို open

ဖြစ်စေကာ coil C ကို de-energize ဖြစ်စေပြီး C Contact နှစ်ခု စလုံးကို open ဖြစ်စေကာ compressor ကို power line မှ ဖြတ်တောက်လိုက်စေပါသည်။ ပုံတွင် switch သည် ပုံမှန်လုပ်ဆောင်နေစဉ်တွင် closed ဖြစ်နေသည်ဟု ညွှန်ပြနေသော်လည်း အမှန်တစ်ကယ် လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် ဆက်သွယ်တပ်ဆင်ရာတွင် open switch အနေဖြင့် တပ်ဆင်ရန်လိုအပ်ပေသည်။



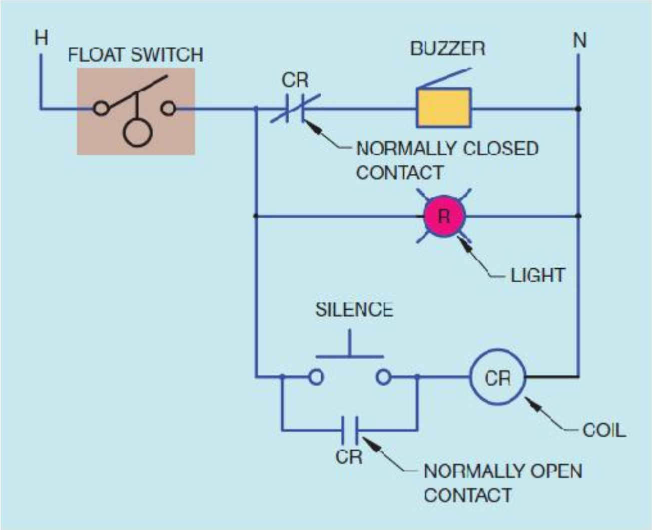
ပုံ ၂.၁၉ စံနစ်မှ ဖိအားသည် တစ်စုံတစ်ရာသော level သို့ ကျဆင်းသွားပါက ဖိအားနိမ့် normally open held closed switch သည် open ဖြစ်သွားခြင်းဖြင့် ကွိုင် C ကို de-energize ဖြစ်စေပါသည်။

ပုံ ၂.၁၈ တွင် normally closed held open switch ကို ပြထားပါသည်။ switch သည် ပုံတွင် open အနေဖြင့်ပြထားသော်လည်း အမှန်တကယ်တွင် normally closed switch တစ်ခုပင်ဖြစ်ပါသည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် ယင်း၏ movable contact သည် stationary contact ၏ အပေါ်တွင် ထားရှိဆွဲသားထားခြင်းကြောင့် တစ်စုံတစ်ရာသည် switch open ဖြစ်နိုင်စေရန် holding လုပ်ထားသကဲ့သို့ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းကဲ့သို့သော switch တစ်ခုအား မည်သို့ အသုံးပြုသည်ကို ဥပမာတစ်ခုအနေနှင့် ပုံ ၂.၂၀ တွင် ပြထားပါသည်။ ယင်း လျှပ်စီးပတ်လမ်းသည် steam boiler များတွင် အသုံးပြုသော low water warning circuit ဖြစ်ပါသည်။ flot switch သည် boiler အတွင်းရှိ ရေကြောင့် held open ဖြစ်နေပါသည်။ အကယ်၍ ရေ level သည် အခြေအနေတစ်ခုထိ လျော့ကျသွားပါက contact များ close ဖြစ်သွားကာ buzzer ကို energize ဖြစ်သွားကာ အချက်ပြမီးလည်း လင်းလာပေမည်။

အခြေခံ ရိုးရှင်းသော Shematics ပုံ

ပုံ ၂.၂၀ တွင်ပြထားသော လျှပ်စီးပတ်လမ်း၏ လုပ်ဆောင်ပုံ ကိုနားလည်စေရန် အတွက် schematic သို့မဟုတ် ladder၊ diagram များနှင့်သက်ဆိုင်သော အခြေခံဥပဒေသများကို နားလည်ထားသင့်ပါသည်။

၁။ Schematic သို့မဟုတ် ladder diagrams များသည် အမှန်တစ်ကယ် ပြင်ပတွင်မည်သို့ ထားရှိဆက်သွယ်မည်ကို မဆိုထားသော်လည်း electrical sequence တွင် ပါဝင်သည့် အစိတ်အပိုင်းများ ကို ဖော်ပြထားပါသည်။ ပုံ ၂.၂၀ တွင် coil တစ်ခုကို CR အဖြစ် ရည်ညွှန်းထားကာ normally open နှင့် normally closed contact တစ်ခုစီကို လည်း CR အဖြစ် ရည်ညွှန်းထားပေသည်။ ယင်း အစိတ်အပိုင်းများ အားလုံးတို့သည် control relay CR အတွင်း အမှန်တကယ် တည်ရှိနေကြပေသည်။



ပုံ ၂.၂၀ normally closed ဖြစ်နေသော float switch အား ရေ level အားဖြင့် held open လုပ်ထားပါသည်။ ရေ level သည် သတ်မှတ်ထားသော ပမာဏ အောက်လျော့ကျသွားပါက swtich သည် ယင်း၏ normally closed အနေအထားသို့ ပြန်လည်ရောက်ရှိသွားမည်ဖြစ်ကာ လျှပ်စီးပတ်လမ်း တစ်ပတ်ပြည့်ပါမည်။

၂။ shematic များကို အမြဲဆွဲသားခြင်းဖြင့် ယင်းအစိတ်အပိုင်းများ၏ deenergized သို့မဟုတ် off အစရှိသည့် အခြေအနေများကို ပြဆိုနိုင်သည်။

၃။ မည်သည့် contact မဆို ယင်းတွင် တူညီသော lable သို့မဟုတ် coil အဖြစ် ရှိနေပါက ယင်း coil မှ control လုပ်မည်။ ယခုဥပမာတွင် CR contact များကို CR coil ဖြင့် control လုပ်ပါသည်။

၄။ coil တစ်ခု energize ဖြစ်သောအခါ ယင်းမှ control လုပ်ထားသော contact များအားလုံး သည် အနေအထား position ပြောင်းသွားပေမည်။ normally open contact အားလုံးတို့သည် close ဖြစ်သွားမည်ဖြစ်ကာ normally closed contact များအားလုံးတို့သည်လည်း open ဖြစ်သွားပေမည်။ coil သည် de-energized ဖြစ်သွားသောအခါတွင် contact များသည် ယင်းတို့၏ မူလ အခြေအနေသို့ ပြန်လည် ရောက်ရှိသွားမည်ဖြစ်ပါသည်။

ပုံ ၂.၂၁ Limit switch သင်္ကေတ

ပုံ ၂.၂၀ အရ ရေ၏ level သည် လုံလောက်သော အတိုင်းအတာအထိလျော့ကျသွားပြီးနောက်တွင် float switch သည် close ဖြစ်သွားပြီးနောက် buzzer နှင့်အတူ ယင်းနှင့် အပြိုင်ဆက်သွယ်ထားသော သတိပေး warrning light တို့အား normally closed contact ကို ဖြတ်သန်းကာ လျှပ်စီးတစ်ပတ်ပြည့်စေ ပါသည်။ ထိုအချိန်တွင် buzzer နှင့် warning light နှစ်ခုစလုံး တို့သည် turn on လုပ်ထားသော အခြေအနေတွင်ရှိပါ သည်။ အကယ်၍ silent - push button အား ဖိလိုက်ပါက coil CR သည် energize ဖြစ်ကာ CR contact နှစ်ခုစလုံးတို့သည် အနေအထား ပြောင်းသွားပေမည်။ normally closed contact သည် open ဖြစ်သွားကာ buzzer အား turn off လုပ်ပေမည်။ low water level သည် ဆက်လက်ရှိနေသေးသည့်အတွက် warning light သည် ဆက်လက် လင်းနေပေဦးမည်။ silent push button နှင့် အပြိုင်ချိတ်ဆက်ထားသော normally open ဖြစ်နေသည့် CR contact သည် close ဖြစ်နေပေမည်။ ယင်း contact အား ယေဘုယျအားဖြင့် holding၊ sealing သို့မဟုတ် maintaining contact ဟု အမည် အမျိုးမျိုး ခေါ်ဆိုကြပါသည်။ ယင်း၏ လုပ်ဆောင်ပုံမှာ push button သည် ယင်း၏ မူလ normally open အနေအထားသို့ပြန်လည်ရောက်ရှိသွားချိန်တွင် coil အတွင်းရှိ လျှပ်စီးပတ်လမ်းအား maintain လုပ်ထားနိုင်ရန်ဖြစ်ပါသည်။ water level သည် float switch အား ပြန်လည် open ဖြစ်ရန် လုံလောက်သော အနေအထားရောက်သည့်တိုင်အောင် လျှပ်စီးပတ်လမ်းသည် ယင်းအခြေအနေတွင်

ရှိနေပေမည်။ float switch သည် open ဖြစ်သွားချိန်တွင် warning light နှင့် CR coil တို့သည် turn off ဖြစ်သွားပေမည်။ လျှပ်စီးပတ်လမ်းသည် မူလ de-energize အနေအထားသို့ ပြန်လည်ရောက်ရှိသွားပါသည်။

ပုံ ၂.၂၂ စံပြု စက်မှုလုပ်ငန်းသုံး limit switch များ

အာရုံခံ ပစ္စည်းများ

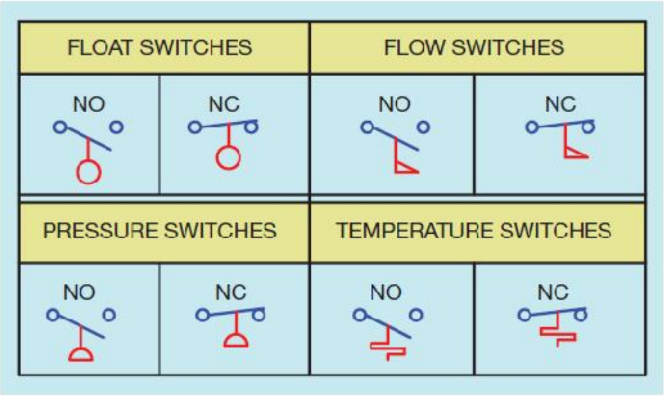
Motor control လုပ်သော လျှပ်စီးပတ်လမ်းများတို့သည် ယင်းတို့မည်သို့သော အခြေအနေတွင်လုပ်ကိုင်ဆောင်ရွက်နေသည်ကို ဆုံးဖြတ်နိုင်ရန်အတွက် အာရုံခံပစ္စည်းများအပေါ်တွင် မှီခိုနေရပါသည်။ ယင်းတို့သည် လူ့ခန္ဓာကိုယ်မှ အာရုံခံသကဲ့သို့ ရှိပါသည်။ ဦးနှောက်သည် လူ့ခန္ဓာကိုယ်၏ ထိန်းချုပ်မှုဗဟိုဌာနကြီးဖြစ်ပါသည်။ အမြင်၊ အထိအတွေ့၊ အနံ့ နှင့် အကြား စသည်တို့သည် ပတ်ဝန်းကျင်တွင်ဖြစ်ပျက်နေသမျှအား သိရှိဆုံးဖြတ်နိုင်ပါသည်။ ထိုနည်းအတူပင် control system များတွင်လည်း temperature switch များ၊ float switch များ၊ limit switch များ၊ flow switch များ အစရှိသည်တို့သည် တူညီသော သဘောသဘာဝကိုဆောင်ကာ လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်းရှိနေသော အခြေအနေများအား သိရှိစေပါသည်။ နောက်လာမည့် အခန်းများတွင် အာရုံခံပစ္စည်းများနှင့် သက်ဆိုင်သော အသေးစိတ်အကြောင်းအရာတို့အား ဖော်ပြပေးပါမည်။ အခြေခံကျသော swich ပုံစံ လေးမျိုးအား အခြားသော symbol များနှင့် တွဲဖက်အသုံးပြုကာ ထိုသို့သော မတူကွဲပြားသော sensing switch များအဖြစ် ကိုယ်စားပြုနိုင်ပါသည်။

Limit Switch များ

Limit Switch များအား ဆွဲသားရာတွင် အခြေခံ switch လေးခုမှ တစ်ခုအား wedge (သပ်ပုံစံ) တစ်ခုအား ပုံ၂.၂၁ တွင် ထည့်သွင်းဆွဲသားထားပါသည်။ ယင်း wedge သည် bumper arm အား ကိုယ်စားပြုပါသည်။ အသုံးများသော စက်မှုလုပ်ငန်းသုံး limit switch များအား ပုံ ၂.၂၂ တွင် ဖော်ပြထားပါသည်။

Float, Pressure, Flow နှင့် Temperature Switch များ

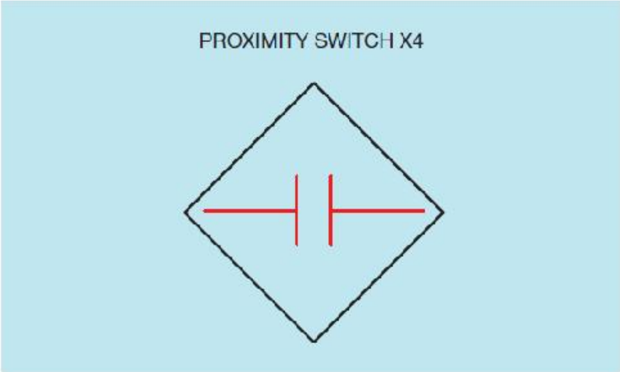
Float switch တစ်ခုအား သင်္ကေတ အနေဖြင့် ball float တစ်ခုဖြင့် ပြဆိုပါသည်။ ပုံ ၂.၂၃ တွင်ပြထား သည့်အတိုင်း line တစ်ခုတွင် circle တစ်ခုအား ထည့်သွင်းရေးဆွဲပါသည်။ flow switch တစ်ခု၏ flag သင်္ကေတ သည် ရွေ့လျားမှုကိုအာရုံခံသော paddle တစ်ခုအဖြစ် ကိုယ်စားပြုပါသည်။ flow switch သင်္ကေတအား liquid နှင့် air နှစ်ခုစလုံးအတွက် flow switch အဖြစ်အသုံးပြုပါသည်။ pressure switch တစ်ခုအတွက် သင်္ကေတအနေဖြင့် line တစ်ခုတွင် စက်ဝိုင်းခြမ်း (half circle) တစ်ခု တပ်ဆင်ထား ပါသည်။ စက်ဝိုင်ခြမ်း၏ ပြားနေသော အပိုင်းသည် diaphragm ကို ကိုယ်စားပြုပါသည်။ temperature switch ၏ သင်္ကေတအနေဖြင့် bimetal helix တစ်ခုအား ကိုယ်စားပြုပါသည်။ helix သည် အပူချိန်ပြောင်း လည်းမှုအပေါ်မူတည်ကာ ကျုံ့ဝင်ခြင်းနှင့် ကျယ်ပြန့်ခြင်း တို့ ဖြစ်ပေါ်ပါသည်။ ယင်းသင်္ကေတ တို့အား မည်သည့် အခြေခံ switch လေးမျိုးတွင် မဆို တွင် အသုံးပြုနိုင်သည်ကို သတိပြုမိရပေမည်။



ပုံ ၂.၂၃ sensing switch များအတွက် သင်္ကေတများ

အခြားသော စံပြုထားသော သင်္ကေတ မရှိသည့် sensing switch အမျိုးအစားများ များစွာရှိပါသည်။ အချို့မှာ photo switch များ၊ proximity switch များ၊ sonic switch များ၊ Hall effect switch များ နှင့် အခြားသော switch များတို့ ဖြစ်ကြပါသည်။ အချို့သော manufacturer များအနေဖြင့် အထူးပြုထားသော

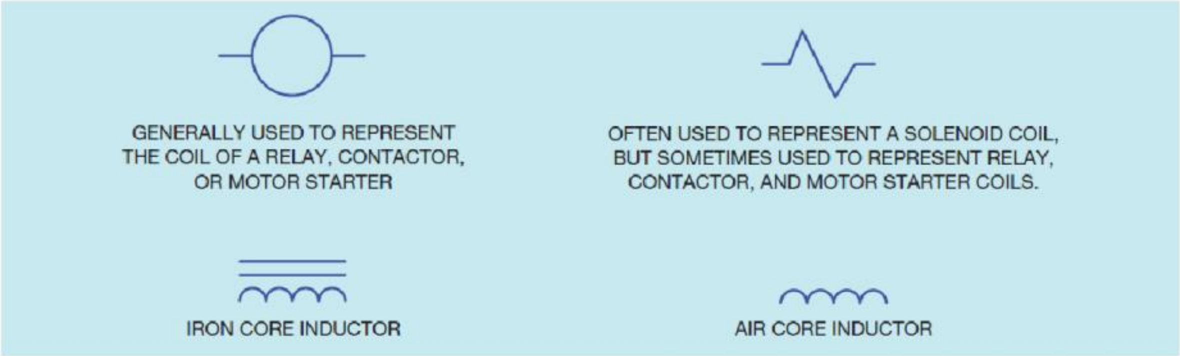
သင်္ကေတ အမျိုးအစားအား အသုံးပြုကာ ယင်း သင်္ကေတ အား switch အမျိုးအစား တစ်ခုအနေဖြင့် ဖော်ပြပြီး သင်္ကေတ သတ်မှတ်သုံးစွဲပါသည်။ ယင်းနှင့်သက်ဆိုင်သော ဥပမာအား ပုံ ၂.၂၄ တွင် ဖော်ပြထား ပါသည်။



ပုံ ၂.၂၄ စံသတ်မှတ် သင်္ကေတ မရှိသော အာရုံခံ ပစ္စည်းများ အတွက် အထူး သင်္ကေတများအား အသုံးပြုပါသည်။

ကွိုင်များ

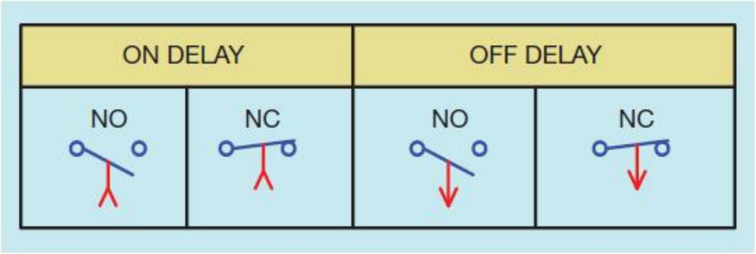
Schematic ပုံများတွင် အသုံးအများဆုံးသော coil အတွက်သင်္ကေတသည် စက်ဝိုင်းဖြစ်ပါသည်။ ထိုသို့အသုံးပြုရခြင်းမှာ စာလုံးများနှင့် / သို့မဟုတ် ဂဏန်းများအား စက်ဝိုင်းအတွင်းထည့်သွင်းရေးသားကာ coil တစ်ခုအား ကိုယ်စားပြုနိုင်ခြင်းကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။ coil အားဖြင့် control လုပ်ထားသော contact များအား တူညီသော အညွှန်းလေဘယ်ပြုလေ့ရှိကြပါသည်။ စံပြုထားသော coil သင်္ကေတများအား ပုံ ၂.၂၅ တွင် ပြထားပါသည်။



ပုံ ၂.၂၅ အသုံးများသော ကွိုင် သင်္ကေတ

အချိန်အားဖြင့် အလုပ်လုပ်သော contact များ

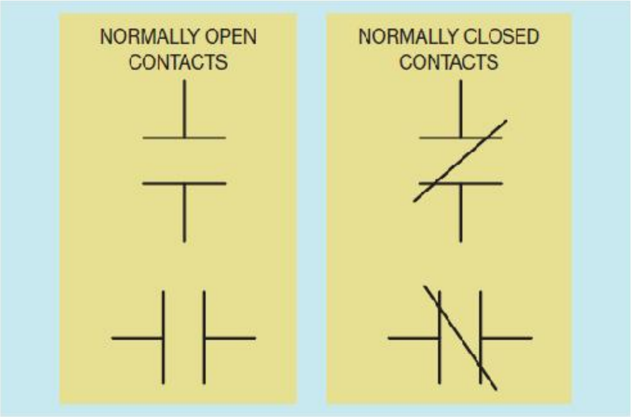
အချိန်အားဖြင့် အလုပ်လုပ်သော contact များ အနေဖြင့် normally open သို့မဟုတ် normally closed တစ်ခုခုရှိတတ်ပါသည်။ ယင်းတို့အား normally open held closed သို့မဟုတ် normally closed held open ဟု ဆွဲသားလေ့မရှိပေ။ on delay နှင့် off delay ဟူ၍ အခြေခံအားဖြင့် timer အမျိုးအစား နှစ်မျိုးရှိပါသည်။ အချိန်အားဖြင့် အလုပ်လုပ်သော contact များတွင် သင်္ကေတအားဖြင့် မြှားတစ်ခုအား အသုံးပြုထားခြင်းမှာ သတ်မှတ်ထားသော time cycle ပြည့်သည်နှင့် contact ရွေ့လျားရမည့် ဦးတည်ရာဖက်အား ညွှန်ပြနိုင်ရန်ဖြစ်ပါသည်။ timer များအား နောက်လာမည့် အခန်းများတွင် ဆက်လက်ဆွေးနွေး သွားမည်ဖြစ်ပါသည်။ စံပြုထားသော အချိန်အားဖြင့် အလုပ်လုပ်သော contact များ အား ပုံ ၂.၂၆ တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။



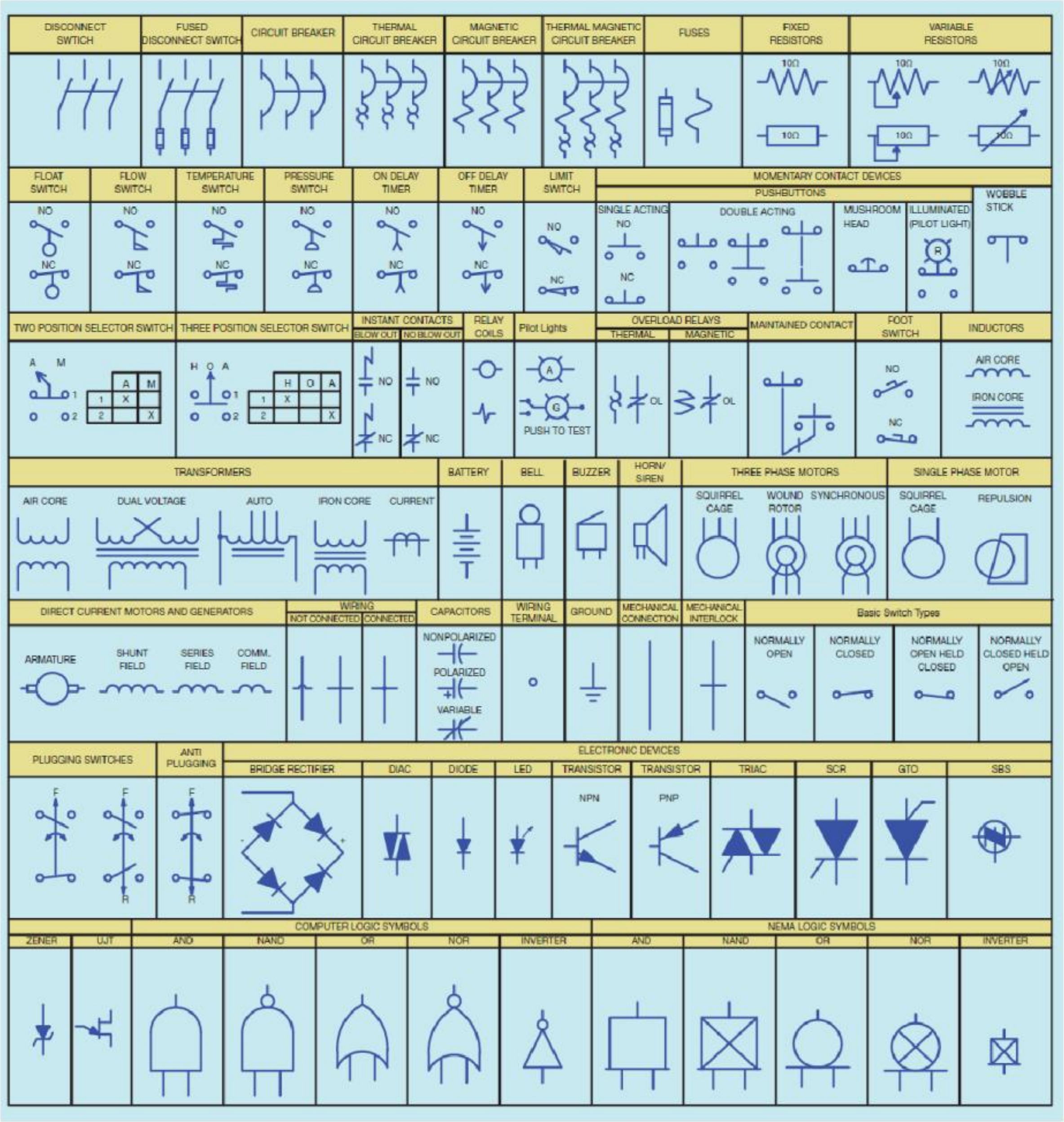
ပုံ ၂.၂၆ အချိန်အားဖြင့် အလုပ်လုပ်သော contact အတွက် သင်္ကေတများ

contact များအတွက် သင်္ကေတများ

control schematic များတွင် အသုံးများသော သင်္ကေတ နောက်တစ်ခုမှာ contact သင်္ကေတပင်ဖြစ်ပါသည်။ သင်္ကေတအားဖြင့် ပုံ၂.၂၇ အတိုင်း အပြိုင်ဖြစ်နေသော လိုင်းနှစ်ခုအား ဂါယာများဖြင့် ဆက်ထားခြင်း ဖြစ်ပါသည်။ open connection အား ဖော်ပြရန် normally open contact များအား ဆွဲသားကြပါသည်။ normally closed contact သင်္ကေတမှာ normally open သင်္ကေတကဲ့သို့ပင်ဖြစ်ကာ ချွင်းချက်အနေဖြင့် contact များအား ဖြတ်ကာ ထောင့်ဖြတ်လိုင်းတစ်ခုအား ဆွဲသားထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ထောင့်ဖြတ်လိုင်း သည် ပတ်လမ်းပြည့်နေသော လျှပ်စီးလမ်းကြောင်း ရှိနေသည်ကို ဖော်ပြရည်ညွှန်းပါသည်။



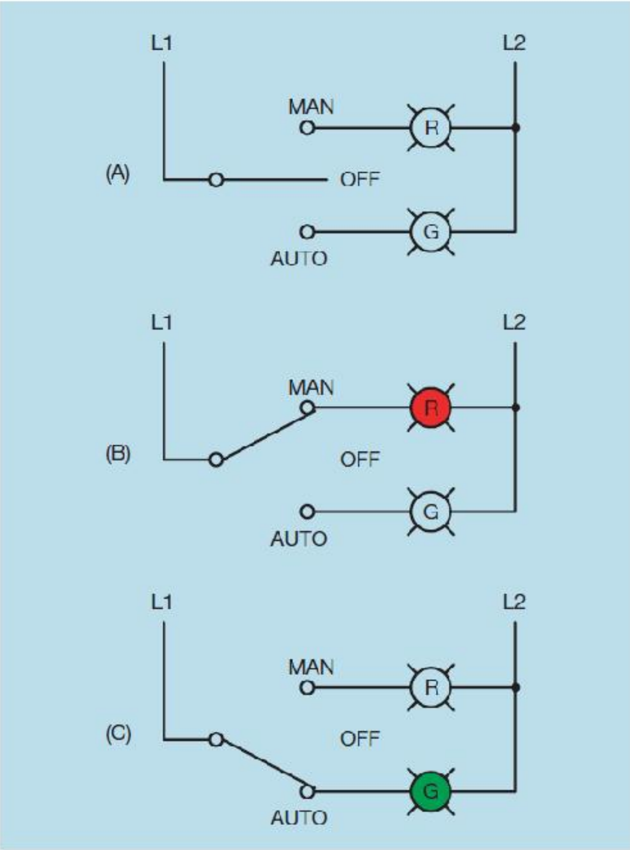
ပုံ ၂.၂၇ normally open နှင့် normally closed ဖြစ်နေသော contact များအတွက် သင်္ကေတများ



ပုံ ၂.၂၈ အသုံးများသော control နှင့် လျှပ်စစ် ဆိုင်ရာ သင်္ကေတများ

အခြားသော သင်္ကေတများ

Coil များနှင့် contact များအတွက် NEMA မှ စံပြုထားသော သင်္ကေတများသာမက ထရန်စဖော်မာများ၊ မော်တာများ၊ capacitor များနှင့် အထူး switch အမျိုးအစားများ အတွက်လည်း သင်္ကေတများ ရှိပါသေးသည်။ ပုံ ၂.၂၈ တွင် control နှင့် electrical တို့နှင့် သက်ဆိုင်သော သင်္ကေတများအား chart တစ်ခုအားဖြင့် ဖော်ပြထားပါသည်။

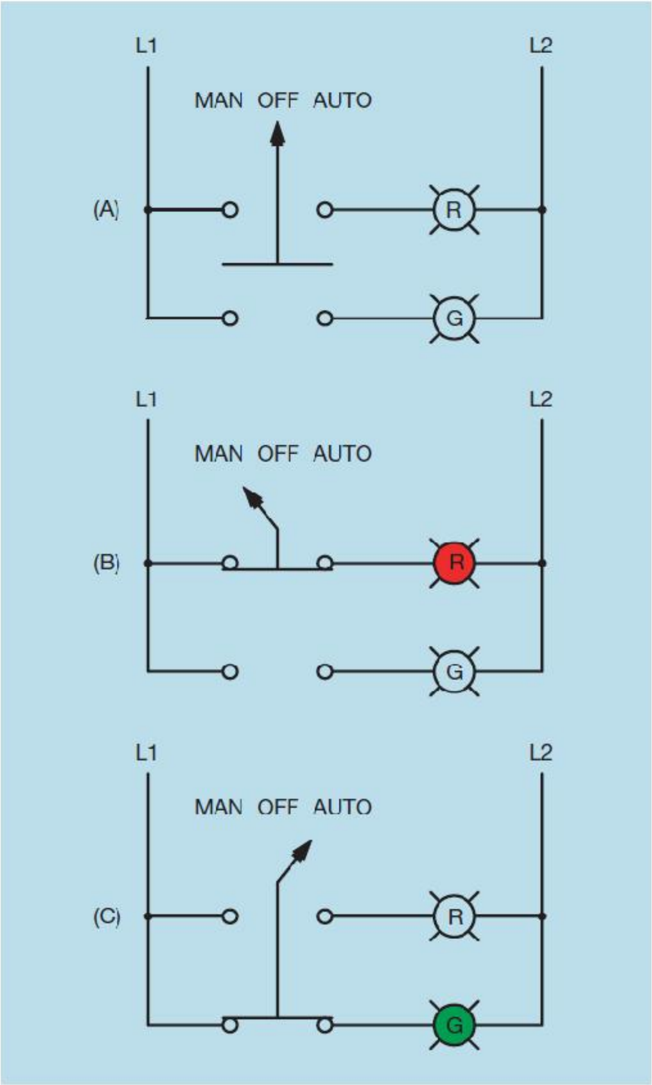


ပုံ ၂.၂၉ MAN – OFF – AUTO switch တစ်ခုဖြစ်ကာ single-pole double throw switch တွင် အလယ်တွင် ထားရှိပါက off ဖြစ်နေသော အခြေအနေဖြစ်ပါသည်။

Selector Switch များ

Selector Switch များအား button တစ်ခုအား တွန်းလိုက်မည့်အစား knob တစ်ခုအား လှည့်လိုက်ခြင်းဖြင့် လည်းသုံးစွဲကြပါသည်။ အသုံးများသော selector switch မှာ MAN-OFF-AUTO switch ဖြစ်ပါသည်။ MAN သည် manual ကို ကိုယ်စားပြုကာ AUTO မှာမူ automatic ဟု ဆိုလိုပါသည်။ ယင်းသည် ပုံ ၂.၂၉ တွင် ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း single-pole double-throw switch တစ်ခုဖြစ်ကာ အလယ်နေရာသည် off

position ဖြစ်ပါသည်။ ပုံ ၂.၂၉ (က) တွင်ပြထားသည့်အတိုင်း switch သည် OFF အနေအထားတွင် ရှိနေကာ မည်သည့် indicator lamp မျှ turn-on ဖြစ်မနေပေ။ ပုံ ၂.၂၉ (ခ) တွင်ပြထားသည့်အတိုင်း အကယ်၍ switch အား MAN အနေအထားသို့ ရွှေလိုက်မည်ဆိုပါက မီးအနီရောင် လင်းလာပေမည်။ ပုံ ၂.၂၉ (ဂ) တွင်ပြထားသည့်အတိုင်း switch အား AUTO အခြေအနေတွင် ထားရှိလိုက်ပါက အစိမ်းရောင် မီးလင်းလာပေမည်။ ထိုကဲ့သို့သော switch အမျိုးအစားအား ကိုယ်စားပြုသည့် နောက်ထပ် သင်္ကေတ အား ပုံ ၂.၃၀ တွင် ဖော်ပြထားပါသည်။ START-STOP တွဲထားသော push-button တပ်ဆင်ထားမှု၊ pilot lamp နှင့် HAND-OFF-AUTO switch တို့အား ပုံ ၂.၃၁ တွင် ပြသထားပါသည်။

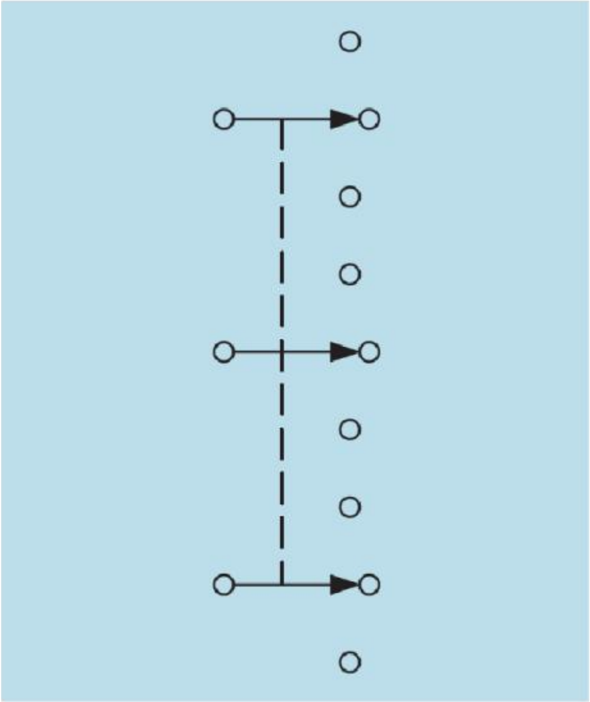


ပုံ ၂.၃၀ တစ်ခါတစ်ရံတွင် MAN – OFF – AUTO switch အား ပုံပါအတိုင်း ဆွဲသားကြပါသည်။

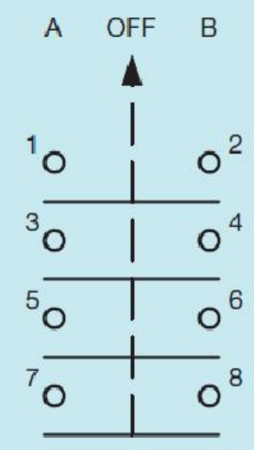
ပုံ ၂.၃၂ တွင် ပြထားသော selector switch များတွင် တစ်ခါတစ်ရံ contact များစွာနှင့် pole များစွာတို့ ပါဝင်ကြပါသည်။ ပုံ ၂.၃၃ တွင် pole သုံးခုပါသော selector switch အား ပြသထားကာ တစ်ခုစီတွင် terminal သုံးခုပါရှိပါသည်။ ယင်း selector switch တွင် pole သုံးခုမှ တစ်ခုစီတွင် common terminal တစ်ခုပါရှိပါသည်။ common terminal အား ရွေ့လျားနိုင်သော contact တွင် တပ်ဆင်ထားပါသည်။ မတူကွဲပြားသော selector switch များအား ပုံ ၂.၃၄ တွင်ပြထားပါသည်။ switch အား မတူကွဲပြားသော position များတွင်ထားရှိရာတွင် contact များအကြားဆက်သွယ်မှုအား တစ်ခါတစ်ရံတွင် chart သို့မဟုတ် truth table ဖြင့် ရည်ညွှန်းပြီး switch များနှင့် အတူ supply လုပ်ပေးလေ့ရှိပါသည်။ ယင်း ဥပမာတွင် switch အား OFF အနေအထားတွင် ထားရှိပါက contact များအကြား မည်သည့် အဆက်အသွယ်မှု မရှိပေ။ switch အား A အနေအထားတွင် ထားရှိပါက contact များဖြစ်ကြသည့် 3 နှင့် 4, နှင့် 5 နှင့် 6 တို့အကြား ဆက်သွယ်မှု ရှိပေမည်။ switch အား B အနေအထားတွင်ထားရှိပါက contact များဖြစ်ကြသည့် 1 နှင့် 2၊ 5 နှင့် 6 နှင့် 7 နှင့် 8 တို့အကြားတွင် ဆက်သွယ်မှု ရှိပေမည်။ selector switch များ၊ push button များ နှင့် မီတာများအား control panel တစ်ခုတည်းတွင် mounted လုပ်ခြင်းအား များသောအား ဖြင့် မြင်နေကျမဟုတ်သော အရာမဟုတ်ပေ။ (ပုံ ၂.၃၅)

ပုံ ၂.၃၁ START-STOP လုပ်နိုင်သော push-button တစ်ခုအား pilot lamp နှင့် HAND-OFF-AUTO switch တို့ ပါဝင်သော အတွဲတစ်ခု

ပုံ ၂.၃၂ pole များစွာပါသော selector switch

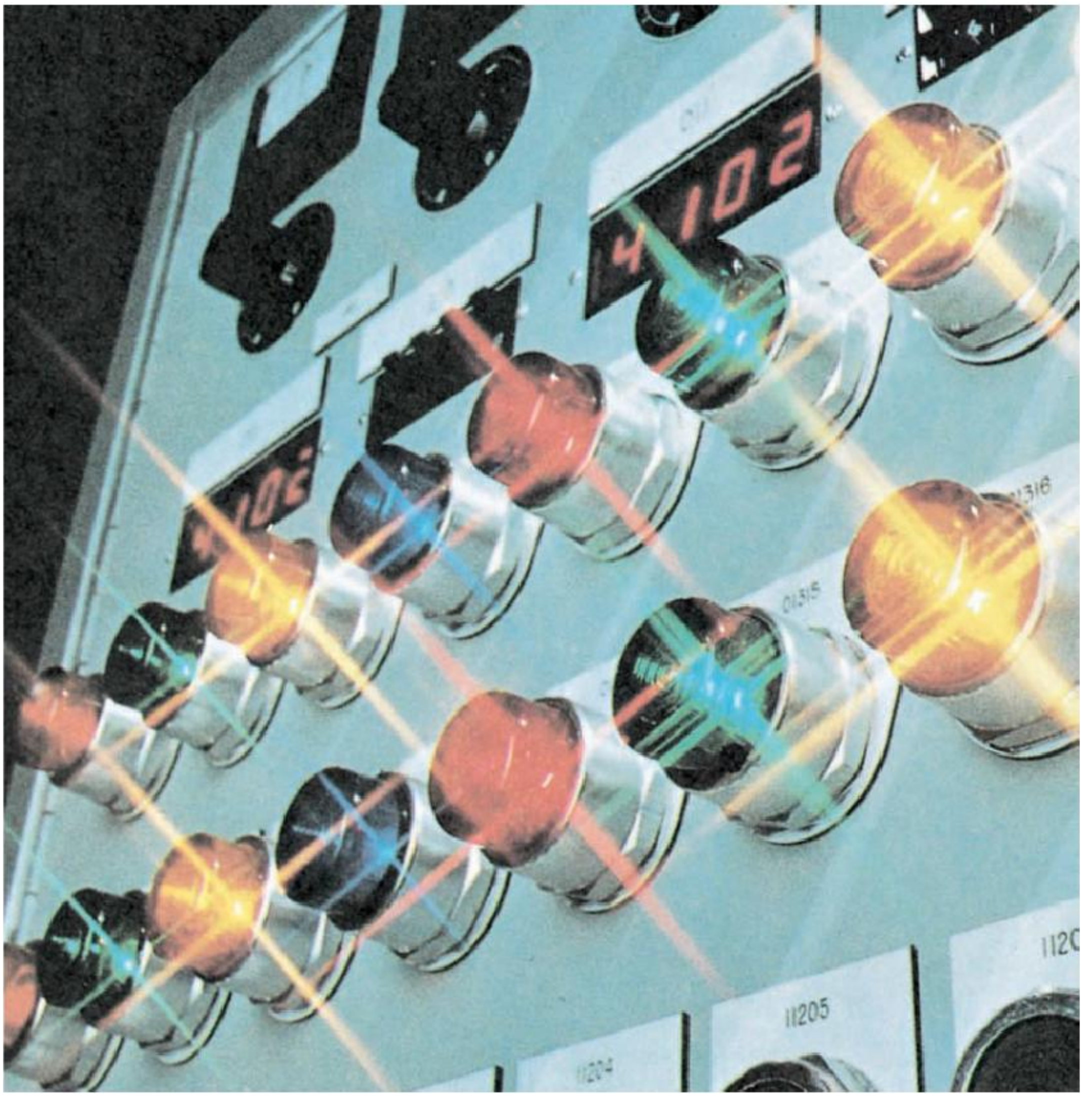


ပုံ ၂.၃၃ three-pole three-terminal ပါ ရှိသော selector switch။ ရွေ့လျားနိုင်သော contact များအား three poles မှ pole တစ်ခုစီအတွက် ဘုံဖြစ်သော terminal များအဖြစ်ယူဆပါမည်။



CONTACTS	A	OFF	B
1 - 2	O	O	X
3 - 4	X	O	O
5 - 6	X	O	X
7 - 8	O	O	X

ပုံ ၂.၃၄ မတူကွဲပြားသော contact များ ပါဝင်သော selector switch



ပုံ ၂.၃၅ selector switch များ၊ push-button များ၊ ရည်ညွှန်း မီးများ နှင့် မီတာများ တပ်ဆင်ထားသည့်

control panel တစ်ခု

အခန်း ၃

Manual Starter များ

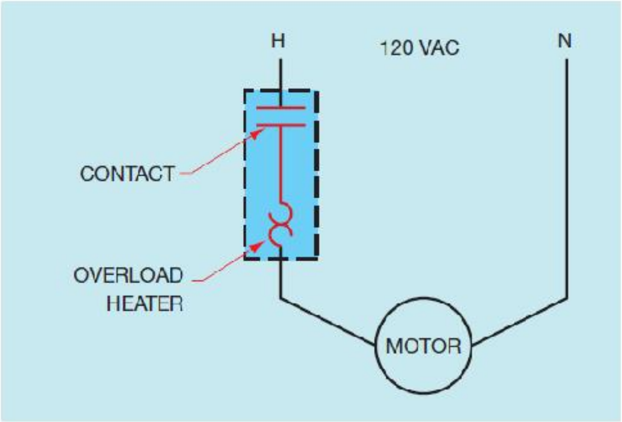
Manual starter များအားအသုံးပြုရာတွင် operator သည် မိမိအလိုရှိသော လုပ်ဆောင်မှုတစ်ခုခု ကိုလုပ်ဆောင်နိုင်ရန်အတွက် starter ရှိရာသို့ မဖြစ်မနေသွားရပေမည်။ manual starter အမျိုးကွဲပေါင်းများစွာရှိကြပြီး တစ်ချို့သည် ရိုးရှင်းသော toggle switch တွင် overload heater ထပ်ဆောင်းတပ်ဆင်အသုံးပြုလေ့ရှိသကဲ့သို့ အချို့မှာမူ push button များဖြင့် operate လုပ်ပြီး low voltage protection ပါသည်လည်း ရှိကာ တစ်ချို့မှာမူ မပါရှိတတ်ကြပါ။

မြင်းကောင်ရေ တစ်ကောင်မပြည့်သော မော်တာများအတွက် Single Phase Starter များ

အရိုးရှင်းဆုံးနှင့် လူသုံးများသည့် starter တစ်ခုကို ပြရမည်ဆိုလျှင် toggle switch နှင့် overload heater ပါသော ပုံ ၃.၁ တွင် ပြထားသည့် manual motor starter ကိုပြရပေမည်။ toggle switch lever ကို starter ၏ အရှေ့ဖက်ခြမ်းတွင် ထားရှိပြီး မော်တာကို အဖွင့်၊ အပိတ်လုပ်ပေးပါသည်။

ပုံ ၃.၁ single-phase အသုံးပြုသော manual motor starter

switch ကဲ့သို့ အဖွင့်၊ အပိတ်လုပ်ပေးနိုင်ရုံမျှမက မော်တာအတွက် overload protection ကိုလည်း လုပ်ဆောင်ပေးပါသည်။ overload heater သည် ပုံ ၃.၂ အတိုင်း မော်တာနှင့် series ဆက်ထားပါသည်။ လျှပ်စီး စီးသောအခါတွင် heater မှ မော်တာ၏ လျှပ်စီးနှင့် လိုက်ဖက်သော အပူထုတ်လွှတ်ပေးပေမည်။

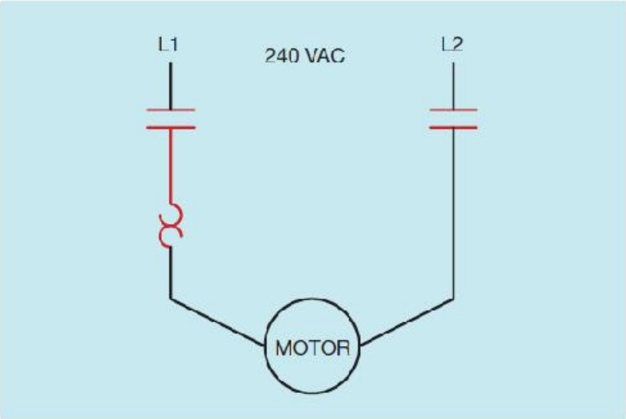


ပုံ ၃.၂ pole တစ်ခုတည်းသာပါသော manual starter အားပြသထားပုံ

အကယ်၍သာ heater ကို မှန်မှန်ကန်ကန် ရွေးချယ်သတ်မှတ်နိုင်ခဲ့ပါက မော်တာအား ပုံမှန်မောင်းနှင် အသုံးပြုနေစဉ်တွင် လျှပ်စီးပတ်လမ်း open ဖြစ်သည်အထိ အပူတက်လာရန်မရှိပေ။ အကယ်၍ မော်တာသည် overload ဖြစ်ခဲ့လျှင် လျှပ်စီးသည်လည်း တိုးလာခြင်းကြောင့် heater မှ လည်း အလိုက်သင့်စွာ အပူတိုးလာပေမည်။ အကယ်၍ အပူလွန်ကဲလာပါက mechanical mechanism ကို trip လုပ်ခြင်းဖြင့် switch contact ကို open ဖြစ်စေကာ motor ကို power line မှ ဖြတ်တောက်ပေးပါမည်။ အကယ်၍ starter သည် overload ကြောင့် trip ဖြစ်သွားပါက switch lever သည် အနေအထားပြောင်းသွားပါမည်။ lever သည် OFF position သို့ အပြည့်အဝ မရောက်သေးမီ မော်တာကို restart လုပ်နိုင်ရန်အတွက် starter ကို reset လုပ်ပေးရပါမည်။ ယင်းသို့ပြုလုပ်ခြင်းသည် trip လုပ်ထားပြီးသော circuit breaker ကို reset လုပ်သည်နှင့် အခြေခံအားဖြင့်တူညီသည်။ ယခု ဥပမာတွင်ပြထားသော starter တွင် line contact တစ်ခုသာပါရှိကာ ယေဘုယျအားဖြင့် ၁၂၀ ဗို့ဖြင့် operate လုပ်သော single phase မော်တာများကို protect လုပ်ရာတွင် အသုံးပြုပါသည်။
၂၄၀ ဗို့အားဖြင့် operate လုပ်ပြီး မော်တာများ ကိုလည်း protection လုပ်လိုသော starter များတွင် ပုံ ၃.၃ တွင် ပြထားသည့်အတိုင်း load contact နှစ်ခုပါရှိသင့်ပါသည်။ ယင်း starter သည် ၂၄၀ ဗို့ ဖြင့် operate

လုပ်သည့် မော်တာကို control လုပ်နိုင်သော်လည်း contact တစ်ခုတည်းသာပါသောကြောင့် အန္တရာယ်ဖြစ်စေနိုင်သော အခြေအနေကို ဖြစ်နိုင်စေပါသည်။ လျှပ်စစ်လုပ်သားမှ မော်တာအား swtich off လုပ်ပြီး disconnect လုပ်ပြီးသည့်တိုင်အောင် power line တစ်ခုသည် မော်တာနှင့် တိုက်ရိုက်ဆက်သွယ်ထားလျှက်သားရှိနေပါသည်။ National Electrical Code (NEC) မှ သတ်မှတ်ချက်မှာ disconnecting ဆိုသည်နှင့် မော်တာနှင့်ဆက်သွယ်ထားသော မြေခါတ်ချမထားသော supply conductor များကို open လုပ်ရမည်ဟုဆိုလိုပါသည်။

ဤကဲ့သို့သော manual starter များကို မြင်းကောင်ရေ တစ်ကောင် သို့မဟုတ် ယင်း အောက်လျော့နည်းသော မော်တာများကို control လုပ်ရန်သာ ရည်ရွယ်ပါသည်။ မြင်းကောင်ရေအား ၁ ကောင် သို့မဟုတ် ယင်းထက်လျော့နည်းသော မော်တာများကို fractional horsepower မော်တာများဟု သတ်မှတ်ကြပါသည်။ ယင်း မော်တာတို့အတွက် starter များသည် across-the-line starter များ ဖြစ်ကြပါသည်။ ဆိုလိုသည်မှာ ယင်း starter တို့သည် မော်တာကို power line နှင့် တိုက်ရိုက်ချိတ်ဆက်ပါသည်။ အချို့သော မော်တာများသည် starting လုပ်စဉ်တွင် လျှပ်စီးပမာဏသည် ဝန်အားပြည့်လျှပ်စီး၏ ၆၀၀% အထိမျှရှိတတ်ပါသည်။ ယင်းသို့သော starter များသည် ယေဘုယျအားဖြင့် မြင်းကောင်ရေ မြင့်မားသော မော်တာများ၏ current surge ကိုခံနိုင်ရန်အတွက် လုံလောက်သော contact အရွယ်အစား မရှိပါ။



ပုံ ၃.၃ pole နှစ်ခုပါ manual starter တစ်ခုအား ပြသထားပုံ။

နောက်ထပ်ထည့်သွင်းစဉ်းစားရမည့် အချက်တစ်ခုမှာ ယင်းကဲ့သို့သော starter များကို အသုံးပြုရာတွင် low voltage release မပါဝင်ခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။ များသောအားဖြင့် manual starter များသည်

mechanical device များ ဖြစ်ကြသလို electrical coil လည်း မပါရှိကြပါ။ contact များအား mechanically open လုပ်နိုင်သကဲ့သို့ close လည်းလုပ်နိုင်ကြပါသည်။ ယင်းအချက်က အကယ်၍သာ မော်တာ operate လုပ်နေစဉ် power fail ဖြစ်သွားပါက power restore လုပ်သည်နှင့် ယင်းမော်တာသည် ပြန်၍ လည်ပတ်ပါလိမ့်မည်။ ထို့ကြောင့်အချို့သော power failure ဖြစ်ပြီးချိန်များတွင် maintenance လုပ်မည့် electrician မှ စက်ရုံအားလှည့်ပတ်စစ်ဆေးရခြင်းနှင့် မော်တာများကို restart လုပ်ရခြင်းတို့ ကိုသက်သာစေပါသည်။

သို့သော် ယင်း automatic restart လုပ်နိုင်သည့်အချက်သည် တွင်ခုံများ၊ milling machine များ၊ saw များ၊ drill process များနှင့် အခြားသော စက်များတွင် အသုံးပြုပါက အန္တရာယ်များဖြစ်နိုင်သောကြောင့် operator ထားရှိရပေသည်။ မထင်မှတ်ထားသော အခြေအနေတွင် စက်အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုသည် ရုတ်တရက် ပြန်လည်စတင်မောင်းနှင်သည့်အတွက် ထိခိုက်ဒဏ်ရာ ရရှိမှုများအား ဖြစ်တတ်စေပါသည်။

မော်တာ starter တပ်ဆင်ခြင်း

မြင်းကောင်ရေ တစ်ကောင်အားနှင့် ယင်းအောက်ငယ်သော မော်တာများအတွက် single-phase starter တစ်ခုကို mounting လုပ်ရန်မှာ အလွန်လွယ်ကူပြီး နေရာ အနည်းငယ်မျှသာလိုအပ်ပါသည်။ ယင်း starter ၏ ကျစ်လျစ်သော ဒီဇိုင်းကြောင့် ယင်းကို single gang switch သို့မဟုတ် conduit box သို့မဟုတ် စက်၏ အစိတ်အပိုင်းအတွင်း တိုက်ရိုက်တပ်ဆင်နိုင်ပါသည်။

ပုံ ၃.၄ ပေါက်ကွဲမှုဒဏ်ခံနိုင်သော enclosure

open type starter ကို နံရံတွင်ဖြစ်စေ၊ အဖုံးပါသော single gang switch အတွင်းတွင်ဖြစ်စေ တပ်ဆင်နိုင်ပါသည်။ switch lever မှ ON နှင့် OFF လုပ်ခြင်းသည် ရိုးရှင်းသော toggle switch တစ်ခုအလုပ်လုပ်ပုံနှင့် ဆင်တူပေသည်။

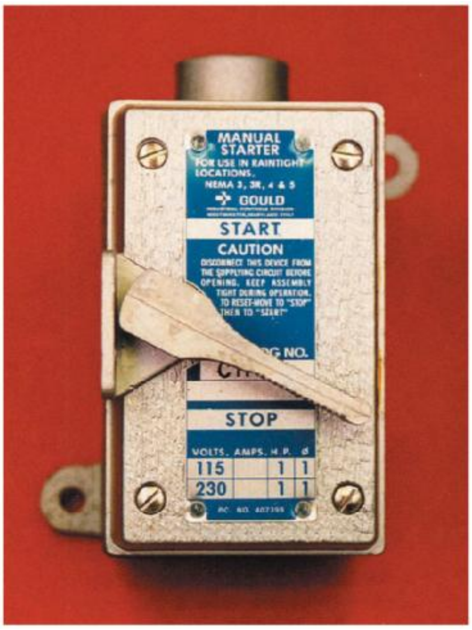
ပုံ ၃.၅ ရေလုံသော enclosure

မြင်းကောင်ရေ တစ်ကောင်အားနှင့် ယင်းအောက်ငယ်သော starter များသည် ကြီးမားသော starter များကဲ့သို့ မတူကွဲပြားသော enclosure များအနေဖြင့်လည်း ရရှိနိုင်ပါသည်။ အချို့ကို သံပြားဖြင့်ပြုလုပ်ထားကြပြီး အချို့မှာမူ machine အစိတ်အပိုင်းပေါ်တွင် တပ်ဆင်နိုင်ရန် ရည်ရွယ်ကာပြုလုပ်ထားကြသည်။ အန္တရာယ်ရှိသော အငွေ့များရှိသောနေရာ သို့မဟုတ် ဓါတ်ငွေ့များ ရှိသောနေရာများတွင် starter ကိုတပ်ဆင်မည်ဆိုပါက ပုံ ၃.၄ အတိုင်း ပေါက်ကွဲမှုဒဏ်ကို ခံနိုင်သော enclosure ဖြင့်တပ်ဆင်ရန်လိုပေသည်။ စိုထိုင်းဆများသော နေရာများတွင် တပ်ဆင်မည်ဆိုပါက ပုံ ၃.၅ အတိုင်း ရေလုံသော enclosure ကိုသုံးရပေမည်။ မီးလောင်နိုင်စေနိုင်သည့် အမှုံများ ပါဝင်နှုံးများသော နေရာဖြစ်ပါက ပုံ ၃.၆ တွင်ပြထားသည်နှင့် သဏ္ဍာန်တူသည့် ဖုံမှုလုံသည့် enclosure အိမ်ဖြင့်ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ရန်လိုပါသည်။

အလိုအလျောက်လုပ်ဆောင်မှု

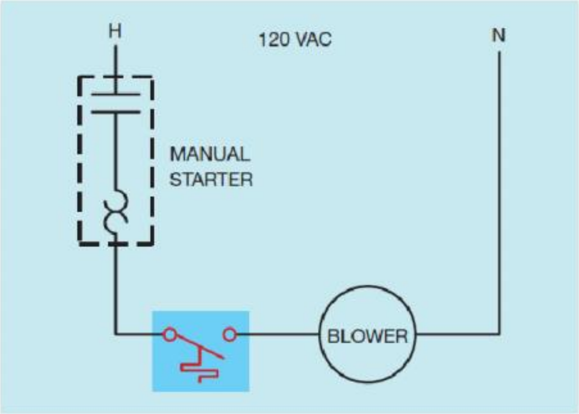
တစ်ခါတစ်ရံတွင် manual starter ကို အခြားသော sensing device များဖြင့်တွဲကာ မိမိအလိုရှိသော control ရစေရန်ပြုလုပ်နိုင်ပါသည်။ sensing pilot device ကို မော်တာအား တိုက်ရိုက် control

လုပ်ရာတွင် အသုံးပြုကာ ယင်းအတွက် တပ်ဆင်အသုံးပြုမည့် pilot device ၏ contact များသည် မော်တာ၏ လျှပ်စီးကို ခံနိုင်ရည်ရှိသော contact များဖြစ်ရန်အတွက် အရေးကြီးပါသည်။



ပုံ ၃.၆ ဖုံမှုန့်လုံသော enclosure

ယင်းသို့သော ပစ္စည်းများကို "line voltage" device များဟု သတ်မှတ် ခေါ်ဆိုကြပါသည်။ line voltage device များ၏ contact များသည် sensing pilot device များထက် ကြီးမားကာ magnetic motor starter ကိုအသုံးပြုသော မော်တာ control လျှပ်စီးပတ်လမ်းများတွင် အသုံးပြုကြပါသည်။ သေးငယ်သော pilot device များအား magnetic motor starter များတွင် အသုံးပြုကြပြီး ယင်း၏ contact များသည် ၁ မှ ၃ အမ်ပီယာ အထိ ခံနိုင်ရည်ရှိပါသည်။ line voltage device များ၏ contact များမှာမူ ၁၅ မှ ၂၀ အမ်ပီယာအထိ ခံနိုင်ရည်ရှိပါသည်။ line voltage sensing device တစ်ခုကို manual starter နှင့်တွဲကာ မည်သို့အသုံးပြုနိုင်သည်ကို ပုံ ၃.၇ တွင်ပြထားပါ သည်။ ယင်းသို့သော လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် line voltage ဖြင့်သုံးသော thermostat ကို blower motor အား မောင်းနှင်လုပ်ဆောင်မှုကို control လုပ်ရာတွင် အသုံးပြုပါသည်။ အပူချိန်သည် အတိုင်းအတာအဆင့်တစ်ခုအထိမြင့်တက်လာသောအခါတွင် thermostat contact များသည် close ဖြစ်သွားကာ starter contact များ close ဖြစ်သည်နှင့် မော်တာကို power line နှင့် တိုက်ရိုက်ချိတ်ဆက်ပေးပါသည်။ အပူချိန် ကျဆင်းသွားသောအခါတွင် thermostat contact များသည် open ဖြစ်သွားကာ မော်တာကို turn off လုပ်ပေမည်။ line voltage အသုံးပြုသော thermostat တစ်ခုကို ပုံ ၃.၈ တွင်ပြထားပါသည်။



ပုံ ၃.၇ blower motor ၏ လုပ်ဆောင်မှုအား line voltage thermostat အားဖြင့် control လုပ်ပုံ

မော်တာတစ်လုံးအား manually ဖြစ်စေ သို့မဟုတ် automatically ဖြစ်စေ control လုပ်နိုင်သော နောက်ထပ် လျှပ်စီးပတ်လမ်း တစ်ခုကို ပုံ ၃.၉ တွင်ပြထားသည်။ ယင်း လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် manual-automatic switch ကို အသုံးပြုထားကာ pump တစ်လုံး operation လုပ်နိုင်ရန်အတွက် manual ဖြစ်စေ automatic ဖြစ်စေ ရွေးချယ် အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ tank အတွင်းရှိနေသော ရေသည် တစ်စုံတစ်ရာသော level သို့ရောက်ရှိသွားပါက ပြန်ဖြည့်နိုင်ရန် pump ကို အသုံးပြုထားပါသည်။ schematic ကို normal operating အခြေအနေအတွက် tank အတွင်း ရေ အပြည့်ရှိနေသည်ဟု သဘောထားကာ ဆွဲသားထားသည်။

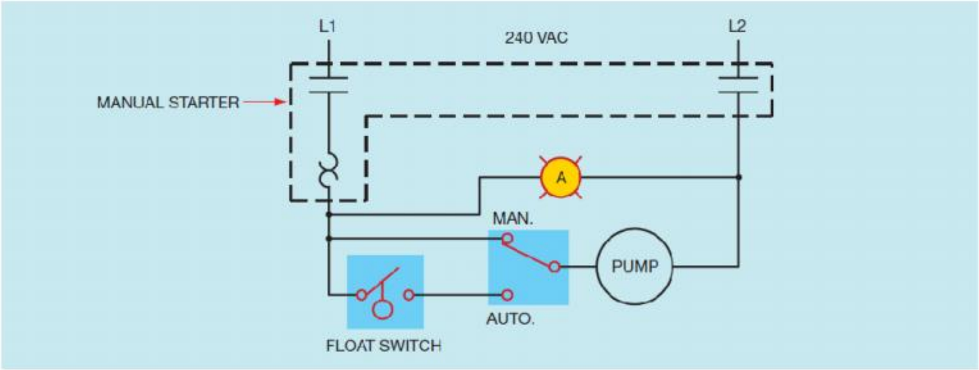
ပုံ ၃.၈ line voltage thermostat

Manual အခြေအနေတွင် pump အား မောင်းနှင်ရာတွင် starter အား on သို့မဟုတ် off လှည့်ပေးခြင်းဖြင့် control လုပ်သည်။ amber pilot light တစ်လုံးကို manual starter contact များ close သို့မဟုတ် turned on ဖြစ်သည်ကို ပြနိုင်ရန်အတွက် သုံးသည်။ အကယ်၍ manual – automatic switch သည် ပုံ ၃.၁၀ အတိုင်း automatic position သို့ရွှေ့သွားပါက line voltage အားဖြင့်လုပ်ဆောင်မည့် float switch သည် pump မော်တာအား မောင်းနှင်မှုပြုရာတွင် control လုပ်မည်ဖြစ်ပါသည်။ အကယ်၍ tank အတွင်းရှိ ရေ level သည် သတ်မှတ်ထားသော level အောက်သို့ နိမ့်ကျသွားပါက float switch contact သည် close ဖြစ်ကာ pump မော်တာအား start လုပ်ပေးပေမည်။ အကယ်၍ tank အတွင်းရှိရေသည် သတ်မှတ်အမြင့်ထက်ကျော်လွန်သွားပါက float switch contact သည် open ဖြစ်သွားကာ pump မော်တာအား line မှ ဖြတ်တောက်လိုက်ပေမည်။

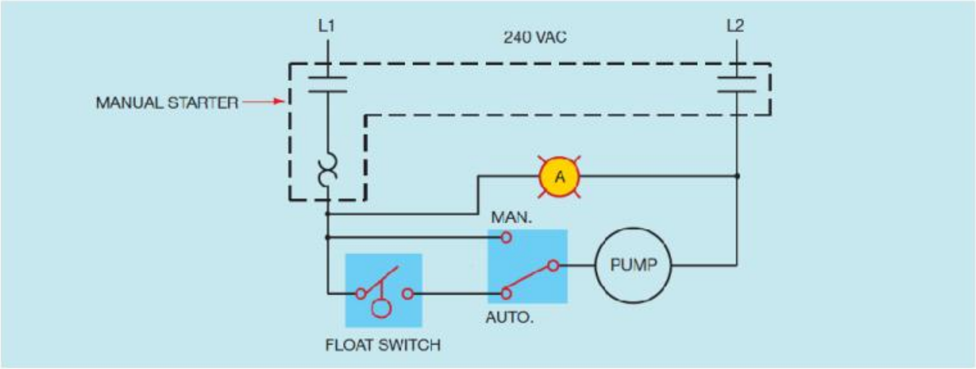
Manual Push-Button Starter များ

Line ဗို့အားသုံး Manual push-button starter များအား contact နှစ်ခု၊ သို့မဟုတ် သုံးခု ပါဝင်သော starter များ အဖြစ် ထုတ်လုပ်ထားပါသည်။ contact နှစ်ခုပါသော မော်ဒယ်များကို single-phase မော်တာများကို control လုပ်ရန်အတွက် ရည်ရွယ်ထုတ်လုပ်ကာ ၂၄၀ အေစီဗို့အားဖြင့်ဖြစ်စေ၊ direct current မော်တာများကို မောင်းနှင်မှုပြုရန်အတွက်ဖြစ်စေ အသုံးပြုနိုင်သည်။ contact သုံးခုပါသော starter များကို မူ three phase မော်တာများအား control လုပ်ရာတွင်သုံးသည်။ push-button type manual starter များကို မြင်းကောင်ရေ သေးငယ်သော မော်တာများ မဟုတ်သော မြင်းကောင်ရေ ပမာဏ အသင့်အတင့်ရှိသော starter များတွင် သုံးသည်။

ယေဘုယျအားဖြင့် ယင်းသို့သော starter များအား မြင်းကောင်ရေ ၅ ကောင်အား အထိရှိသော single-phase မော်တာများ၊ မြင်းကောင်ရေ ၂ ကောင်အားအထိရှိသော direct current မော်တာများ၊ မြင်းကောင်ရေ ၁၀ ကောင်အားအထိရှိသော three-phase မော်တာများကို control လုပ်နိုင်သည်။ စံပြု ထားသော contact သုံးခုပါရှိသည့် manual push-button starter ကို ပုံ ၃.၁၁ တွင် ပြထားသည်။ ယင်း starter ၏ schematic diagram ကို ပုံ ၃.၁၂ တွင်ပြထားသည်။ အကယ်၍ overload တစ်ခုခုသည် trip ဖြစ်သွားပါက mechanical mechanism သည် open ဖြစ်သွား ကာ မော်တာကို line မှ ဖြတ်တောက် လိုက်ပေမည်။ starter သည် overload ကြောင့် trip ဖြစ်သွားပါက မော်တာ ပြန်လည်စတင်မောင်းနှင်မှု မလုပ်နိုင်မီတွင် reset လုပ်ပေးရပါမည်။



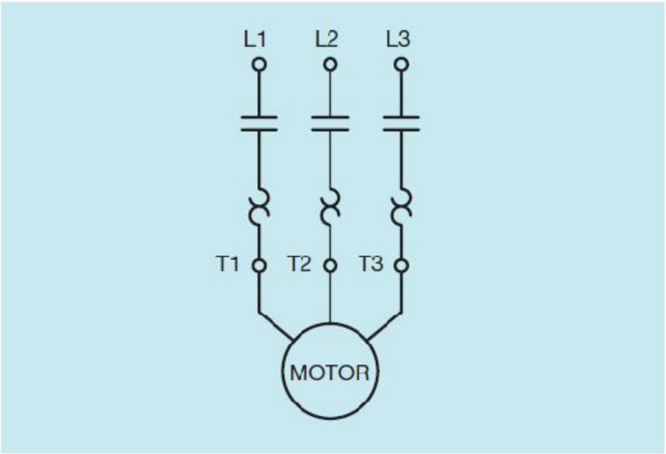
ပုံ ၃.၉ pump အား manually ဖြစ်စေ သို့မဟုတ် automatically ဖြစ်စေ control လုပ်နိုင်ပါသည်။



ပုံ ၃.၁၀ switch အား AUTO အနေအထားသို့ ရွှေ့လိုက်ခြင်းအားဖြင့် float swith မှ pump အား control လုပ်နိုင်ပါသည်။

Overload heater သည် လုံလောက်သော အအေးခံမှုကို ရရှိပြီးနောက်တွင် operator သည် STOP push button ကို ပုံမှန်ထက်ပိုသော pressure ဖြင့်ဖိနှိပ်ခြင်းဖြင့် reset လုပ်ပါမည်။ ယင်းသို့ပြုလုပ်ခြင်းကြောင့် mechanical mechanism ကို reset ဖြစ်စေကာ START push button ကို နှိပ်လိုက်သည်နှင့် တပြိုင်နက် မော်တာသည် restart လုပ်နိုင်ပေမည်။ ဤကဲ့သို့သော starter များသည် ဈေးချိုကာ ယေဘုယျအားဖြင့် ဝန်အား အသုံးပြုသော မော်တာများ အတွက် အသုံးပြုနိုင်သော်လည်း ယင်းတို့သည် start လုပ်ခြင်းနှင့် stop လုပ်ခြင်းတို့ကို မကြာခဏ မလုပ်နိုင်ကြပေ။ ယင်းကဲ့သို့သော starter များတွင် overload protection ပါဝင်သော်လည်း low voltage release အလုပ်ကို မလုပ်နိုင်ပေ။ လျှပ်စစ်ဓါတ်အားပြတ်တောက်ပြီးနောက် လျှပ်စစ်မီး ပြန်လည်ရရှိသောအခါတွင် ယင်း starter ဖြင့် control လုပ်ထားသော မော်တာသည် အချက်ပြမှုမရှိဘဲ restart လုပ်ပေမည်။

ပုံ ၃.၁၁ line voltage အသုံးပြုသော three-phase manual starter

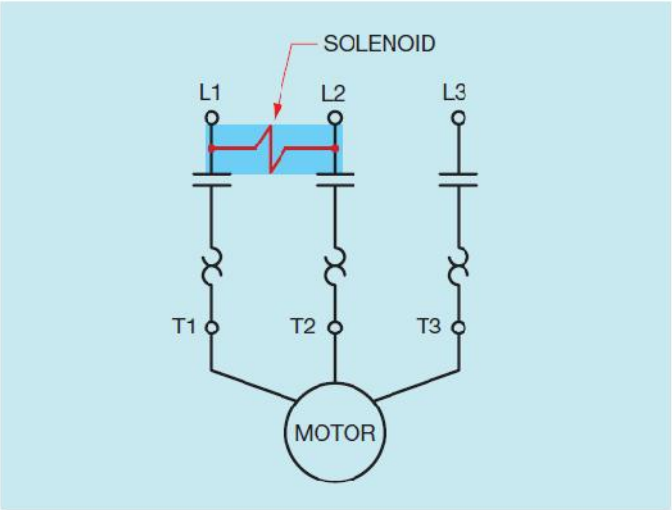


ပုံ ၃.၁၂ pole သုံးခုပါရှိသော line voltage အသုံးပြုသည့် manual starter တစ်ခုအတွက် ရည်ညွှန်းပုံ

Low Voltage Release ပါသော Manual Starter

မြင်းကောင်ရေ တစ်ကောင်အထက်ရှိသော မော်တာများတွင် အသုံးပြုသော manual starter များတွင် low voltage release ပါရှိကာ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ပြတ်တောက်ခြင်း ဖြစ်ပြီးနောက်တွင် reset မလုပ်မချင်း မော်တာသည် restart မလုပ်ပေ။ resetting လုပ်ရာတွင် ပုံ ၃.၁၃ တွင် ပြထားသည့်အတိုင်း solenoid တစ်ခုကို incoming power line တွင် ခွ၍ဆက်သွယ် ခြင်းဖြင့်လုပ်နိုင်သည်။ power ကို starter သို့ supply လုပ်လိုက်သည်နှင့် solenoid သည် spring ဖြင့်ချိတ်ထားသော mechanism ကို hold

လုပ်လိုက်ပေမည်။ mechanism ကို ဆွဲထားလိုက်ပြီးသည်နှင့် START button နှိပ်လိုက်သောအခါတွင် load contact များကို close လုပ်နိုင်ပါသည်။



ပုံ ၃.၁၃ low voltage release တွင် solenoid အား manual starter အတွက် တပ်ဆင်ထားပုံ

ပုံ ၃.၁၄ low voltage release ပါရှိသော manual starter

အကယ်၍ power ပြတ်တောက်သွားပါက spring loaded mechanism ကြောင့် ယင်း၏ contact များသည် mechanically open ဖြစ်သွားကာ starter ကို manually reset မလုပ်မချင်း re-close ဖြစ်ခြင်းမှ တားဆီးထားပါသည်။ ယင်း starter သည် line terminal တွင် power မရှိပါက operate မလုပ်ပေ။ ယင်း starter အား coil တစ်ခုဖြင့် control လုပ်သော magnetic starter များနှင့် မရောထွေး

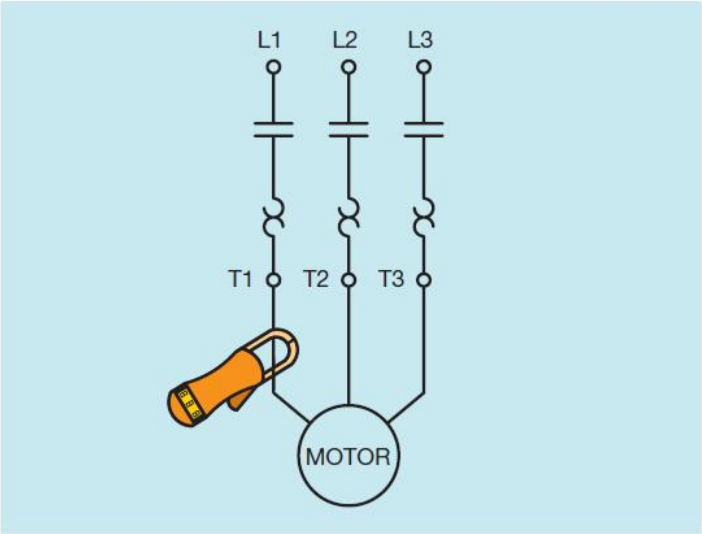
သင့်ပေ။ magnetic type starter များကို အခြားသော pilot control device များနှင့် သုံးနိုင်ရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပြီး၊ ယင်းတို့သည် မော်တာအား စတင်မောင်းနှင်မှုပြုလုပ်နိုင်စေရန် အတွက် control လုပ်ပေးပါသည်။ Low voltage release ပါရှိသော manual starter တစ်ခုကို ပုံ ၃.၁၄ တွင်ပြထားပါသည်။

ပြစ်ချက်ရှာခြင်း

မော်တာတစ်လုံးသည် မည်သည့်အချိန်တွင်မဆို overload ကြောင့် trip ဖြစ်တတ်ရာ လျှပ်စစ်ကျွမ်းကျင်သူအနေဖြင့် မော်တာ နှင့် လျှပ်စီးပတ်လမ်း တို့အား မည်သည့်အတွက်ကြောင့် overload ဖြစ်ရသည်ကို စစ်ဆေးသင့်ပါသည်။ ပထမအဆင့်အနေဖြင့် မော်တာသည် အမှန်တစ်ကယ် overload ဖြစ်သည် မဖြစ်သည်ကို ဆုံးဖြတ်ရပါမည်။ overload ဖြစ်ရသည့် အမြဲဖြစ်တတ်သည့်အချက်အချို့မှာ မော်တာ သို့မဟုတ် မော်တာမှ ဝန်အား တစ်ခုခုအား မောင်းနှင်သုံးစွဲရာတွင် မကောင်းသော bearing များကြောင့်ဖြစ်တတ်ပါသည်။ မော်တာရှိ short ဖြစ်နေသော winding များကြောင့် စီးသော မော်တာ လျှပ်စီး များအား ဖြုစ် သို့မဟုတ် circuit breaker တို့မှ အလျှင်အမြန် မဖြတ်တောက်နိုင်ခဲ့လျှင် ယင်းအတွက်ကြောင့် excessive current များစွာကိုစီးဆင်းစေပါသည်။ မော်တာတစ်လုံး overload ဖြစ်သည် မဖြစ်သည်ကို ဆုံးဖြတ်ရန်မှာ name plate ပေါ်ရှိ ဝန်အားပြည့်လျှပ်စီးအား ပထမဦးစွာ စစ်ဆေးပြီးနောက် လက်ရှိ မောင်းနှင်လည်ပတ်နေသော လျှပ်စီးကို ကို ammeter ဖြင့် ပုံ ၃.၁၅ အတိုင်း စစ်ဆေးရန်ဖြစ်ပါသည်။ အကယ်၍ three phase မော်တာတစ်လုံးကို စစ်ဆေးမှုပြုမည်ဆိုလျှင် လိုင်းတစ်လိုင်းစီကိုလည်း စစ်ဆေးရမည်ဖြစ်ပါသည်။ three phase မော်တာ၏ လိုင်းတစ်ခုစီတွင်စီးသော လျှပ်စီးသည် တူညီနေရမည်ဖြစ်ပါသည်။

လျှပ်စီး ပမာဏ အနည်းငယ်မျှ ကွာဟမှုသည် မပြောပလောက်သော်လည်း လျှပ်စီးသည် မည်သည့် line တွင်မဆို သိသာထင်ရှားစွာကွာဟနေပါက ယင်းအချက်သည် မော်တာ winding များ အတွင်းပိုင်းတွင် short ဖြစ်နေသည်ဟူသော အချက်ပြမှုပင်ဖြစ်ပါသည်။ overload များအား မော်တာအမျိုးအစား ပေါ်တွင်မူတည်၍ ယေဘုယျအားဖြင့် ၁၁၅% မှ ၁၂၅% အတွင်းတွင် trip လုပ်ရန် အတွက် set လုပ်ထားကြပါသည်။ အကယ်၍ ammeters မှ မော်တာတွင် excessive current စီးနေသည်ကို ပြနေပါက လျှပ်စစ်ကျွမ်းကျင်သူသည် မော်တာ operation ပြန်မလုပ်မီတွင် အကြောင်းအရင်းမှန်ကို စစ်ဆေးရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းသို့သော excessive current သည် overload trip ဖြစ်ရသည့် တစ်ခုတည်းသော အကြောင်းမဟုတ်ပေ။

Thermal overload များသည် အပူကိုဖြစ်စေကာ မည်သည့် အပူဖြစ်ပေါ်စေသော အကြောင်းရင်းမြစ် မဆိုသည် overload အနေဖြင့် trip ဖြစ်စေနိုင်ပါသည်။ အကယ်၍ မော်တာတွင် excessive current မစီးခဲ့ပါက လျှပ်စစ်ကျွမ်းကျင်သူသည် အခြားသော အပူဖြစ်စေသည့်အကြောင်းအရာများကို စဉ်းစားပေးရပေမည်။ connection များ လှုပ်နေကာ မခိုင်မြဲခြင်းသည် အပူဖြစ်ရခြင်း၏ အကြောင်းအရာ တစ်ခုဖြစ်ပါသည်။ wire များ၏ insulation ကို စစ်ဆေးခြင်းဖြင့် terminal screw များအနီးတွင် အပူလွန်ကဲမှု ဖြစ်နေမှုကို စစ်ဆေးနိုင်ပါသည်။ starter ရှိ လှုပ်နေသော မခိုင်မြဲသည့် connection မှန်သမျှတို့သည် overload အားဖြင့် trip ဖြစ်စေနိုင်ရာ connection များကို ခိုင်ခိုင်မြဲမြဲ ဖြစ်နေစေရန် သေချာစွာစစ်ဆေးသင့်ပါသည်။ နောက်ထပ် အပူဖြစ်စေနိုင်သော အချက်တစ်ခုမှာ ပတ်ဝန်းကျင်လေထု အပူချိန်ဖြစ်ပါသည်။ ပူပြင်းသော ရာသီတွင် ပတ်ဝန်းကျင်ရှိလေထု အပူချိန်သည် မော်တာမှ ဖြစ်ပေါ်သော အပူနှင့်ပေါင်းကာ overload trip ဖြစ်စေရန် လုံလောက်သော အပူချိန်ကို ဖြစ်ပေါ်ရောက်ရှိစေပါသည်။ ပန်ကာ တစ်ခုကို တပ်ဆင်ကာ starter တွင်ရှိနေသော ပိုလျှံသော အပူများကို မှုတ်ထုတ်နိုင်ပါသည်။ နံရံအတွင်းရှိ switch box အတွင်း တပ်ဆင်ထားသော manual starter များသည် အထူးသဖြင့် လေထုအပူချိန်နှင့် ပတ်သက်သော ပြဿနာကိုဖြစ်စေခြင်းကြောင့် ထိုသို့သော အခြေအနေတွင် လေဝင်လေထွက်ကောင်းမွန်စေသော cover plate များတပ်ဆင် သုံးစွဲရန်လိုအပ်ပေသည်။



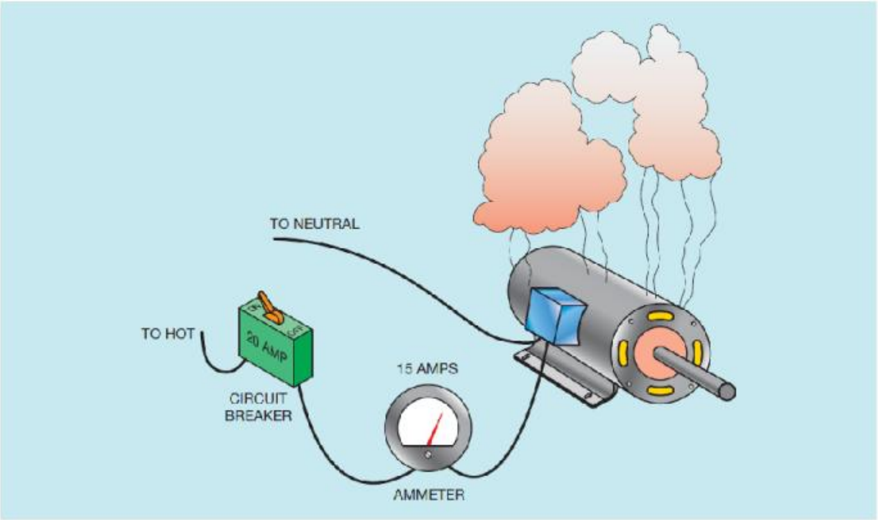
ပုံ ၃.၁၅ မော်တာလျှပ်စီးအား စစ်ဆေးပုံ

အခန်း ၄

Overload Relay များ

Overload များ

Overload များအား fuse သို့မဟုတ် circuit breaker များနှင့် မရောထွေးသင့်ပေ။ ဖြစ်နှင့် circuit breaker တို့အား direct ground ဖြစ်ခြင်းနှင့် short-circuit အခြေအနေတို့ ဖြစ်သောအခါတွင် ကာကွယ်မှုပြုနိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။ overload များမှာမူ မော်တာတစ်ခု ဝန်အားပိုဖြစ်သော အခြေအနေအား ကာကွယ်မှုပြုနိုင်ရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် မော်တာတစ်လုံး၏ ဝန်အားပြည့်လျှပ်စီးသည် ၁၀ အမ်ပီယာဖြစ်သည်ဟု ယူဆထားပါစို့။ ထို့အတူ မော်တာအား ဆက်သွယ်ထားသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းအား ၂၀ အမ်ပီယာ circuit breaker တစ်လုံးဖြင့် ကာကွယ်မှုပြုထားသည် ဆိုကြပါစို့ (ပုံ ၄.၁)။



ပုံ ၄.၁ circuit breaker သည် မော်တာ overload ဖြစ်မှုအား ကာကွယ်မှုမပြုသောပုံ

ယခုအချိန်တွင် မော်တာသည် ဝန်အားပိုဖြစ်ကာ ၁၅ အမ်ပီယာ အား စီးစေသည်ဆိုကြပါစို့။ မော်တာသည် မူလ ဝန်အားပြည့် လျှပ်စီးထက် ၁၅၀% စီးပေလိမ့်မည်။ ထိုသို့ များစွာ ဝန်အားပိုဖြစ်ခြင်းသည် မော်တာအား အပူလွန်ကဲစေကာ မော်တာ winding များအား ပျက်စီးစေပါသည်။ လျှပ်စီးသည် ၁၅ အမ်ပီယာဖြစ်ခြင်းကြောင့် ၂၀ အမ်ပီယာ circuit breaker သည် မော်တာအား ကာကွယ်မှုပြုရန်အတွက် open လုပ်မည် မဟုတ်ပေ။ overload relay များအား မော်တာ ဝန်အားပြည့်လျှပ်စီး၏ ၁၁၅% မှ ၁၂၅% အတွင်း လျှပ်စီးရှိသောအခါတွင် လျှပ်စီးပတ်လမ်း အား open ဖြစ်စေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။ overload အတွက် setting သည် ကာကွယ်မှုပြုလိုသော မော်တာ၏ properties များအပေါ်တွင်မူတည်နေပါသည်။

Overload တို့၏ ဂုဏ်သတ္တိများ

Overload relay အားလုံးတို့တွင် မော်တာအား ကာကွယ်မှုပြုနိုင်ရန် တစ်စုံတရာသော ဂုဏ်သတ္တိများအား ပိုင်ဆိုင်ထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။

၁။ ယင်းတို့တွင် မော်တာလျှပ်စီးအား အာရုံခံနိုင်ရန်အတွက် တစ်စုံတစ်ရာသော နည်းလမ်းများရှိရမည်။ အချို့သော overload relay တို့တွင် မော်တာလျှပ်စီးနှင့် လိုက်ဖက်သော အပူအဖြစ်ပြောင်း လဲခြင်းဖြင့်ဖြစ်စေ၊ အာရုံခံ၍ ရရှိလာသော လျှပ်စီးအား သံလိုက်စက်ကွင်းအဖြစ်ပြောင်း လဲခြင်းဖြင့်ဖြစ် စေ လုပ်ဆောင်နိုင်ပါသည်။

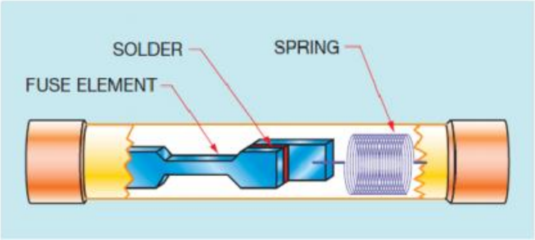
၂။ တစ်စုံတစ်ရာသော time delay ရှိရမည်။ မော်တာများသည် ယင်းတို့စတင်မောင်းနှင်ချိန်တွင် ဝန်အားပြည့်လျှပ်စီး၏ ၃၀၀% မှ ၈၀၀% အထိ စီးဆင်းတတ်ပါသည်။ မော်တာစတင်မောင်းနှင်သော လျှပ်စီးကို lock rotor current ဟု ရည်ညွှန်းမှုပြုပါသည်။ overload relay များအား ယေဘုယျအားဖြင့် ၁၁၅% မှ ၁၂၅% အကြားတွင် trip ဖြစ်နိုင်စေရန် set လုပ်ထားကြခြင်းကြောင့် overload relay မှ ရုတ်ချည်း trip လုပ်လိုက်ပါက မော်တာ စတင်မောင်းနိုင်တော့မည်မဟုတ်ပေ။

၃။ ယင်းတို့တွင် လျှပ်စီးကို အာရုံခံသော အစိတ်အပိုင်းနှင့် contact အစိတ်အပိုင်းဟူ၍ နှစ်ပိုင်းရှိပါသည်။ လျှပ်စီးကို အာရုံခံသောအစိတ်အပိုင်းသည် မော်တာနှင့် တန်းဆက် ဆက်ထားသည်ဖြစ်ကာ မော်တာ၏ လျှပ်စီးပမာဏအား အာရုံခံပါသည်။ ယင်းအစိတ်အပိုင်းသည် ပုံမှန်အားဖြင့် ဗို့အား ၁၂၀ ဗို့မှ ၆၀၀ဗို့ အထိဖြင့် ချိတ်ဆက်ထားပါသည်။ contact section သည် control circuit ၏ အစိတ်အပိုင်းဖြစ်ကာ control circuit ဗို့အားဖြင့် လုပ်ဆောင်မှုပြုပါသည်။ control circuit ၏ ဗို့အားသည် ပုံမှန်အားဖြင့် ၂၄ ဗို့မှ ၁၂၀ ဗို့အထိရှိတတ်

သော်လည်း အချို့သော control တို့သည် ၂၄၀ ဗို့ သို့မဟုတ် ၄၈၀ ဗို့ အစရှိသော line ဗို့အားတို့ဖြင့် လုပ်ဆောင်ကြပါသည်။

Dual Element ဖြူစ်များ

အချို့သော ဖြူစ်များအား short circuit protection နှင့် overload protection နှစ်ခုစလုံး ရရှိစေရန် ရည်ရွယ်ထားကြပါသည်။ ယင်းသို့သော ဖြူစ်များအား dual element time delay fuse များဟု ခေါ်ဆိုကြပါသည်။ ပုံ ၄.၂ တွင်ပြထားသည့်အတိုင်း အပိုင်း နှစ်ခုရှိပါသည်။ ပထမအပိုင်းတွင် fuse link တစ်ခုပါရှိကာ လျှပ်စီးပမာဏ မြင့်မားပိုလျံစွာစီးပါက အလျှင်အမြန် open ဖြစ်သွားစေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။ ဒုတိယ အစိတ်အပိုင်းမှာမူ နှေးကွေးစွာ လုပ်ဆောင်ပြီး၊ ယင်းတွင် spring နှင့် ဆက်ထားသော solder link ပါရှိပါသည်။ solder သည် သတ္တုရော တစ်မျိုးဖြစ်ကာ သတ်မှတ်ထားသော အပူချိန်သို့ရောက်ရှိပါက အရည်ပျော်နိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။ မော်တာ လျှပ်စီးသည် လွန်ကဲပိုလျံလာပါက solder သည် ပျော်သွားကာ spring မှ link အား ဆွဲခွာပေမည်။ မြင့်မားသော လျှပ်စီးပမာဏ စီးဆင်းချိန်တွင်ပင် solder အရည်ပျော်ရန် အချိန်တစ်ခုပေးရခြင်းကြောင့် ယင်းမှ အလိုရှိသော time delay ကိုရရှိစေပါသည်။ အကယ်၍မော်တာလျှပ်စီးသည် ပုံမှန်မူလအခြေအနေသို့ ပြန်လည်ရောက်ရှိသွားပါက solder သည် အရည်ပျော်နိုင်လောက်သော အခြေအနေသို့ မရောက်ရှိနိုင်တော့ ပေ။



ပုံ ၄.၂ Dual element time delay ဖြူစ်

Thermal Overload Relay များ

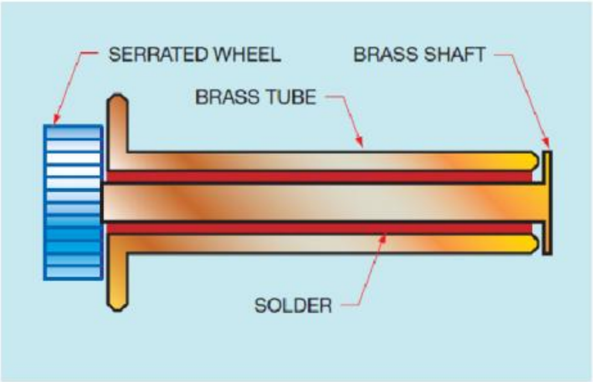
အဓိကအားဖြင့် Overload relay နှစ်မျိုးနှစ်စား ရှိကာ thermal အမျိုးအစားနှင့် magnetic အမျိုးအစားတို့ဖြစ်ကြပါသည်။ thermal overload relay တို့သည် မော်တာအား heater နှင့် တန်းဆက် ဆက်ထားခြင်းဖြင့် လုပ်ဆောင်စေပါသည်။ ထွက်ရှိလာမည့် အပူသည် မော်တာလျှပ်စီးအပေါ်တွင် တည်မှီပါသည်။ thermal overload အား နှစ်မျိုးနှစ်စားခွဲခြားနိုင်ကာ solder melting သို့မဟုတ် solder pot အမျိုးအစားနှင့် bimetal strip အမျိုးအစားတို့ဖြစ်ကြပါသည်။ thermal overload relay တို့သည် အပူအားဖြင့် လုပ်ဆောင်ကြသည်ဖြစ်ရာ ယင်းတို့သည် ပတ်ဝန်းကျင်လေထု၏ အပူချိန်အပေါ်တွင် တုန့်ပြန်လွယ်ကြပါသည်။ ယင်းတို့အား ပူနွေးသောနေရာတွင် ထားရှိပါက အေးမြသောနေရာထက် လျှင်မြန်စွာ trip ဖြစ်တတ်ပါသည်။

Solder Melting အမျိုးအစား Thermal Overload Relay

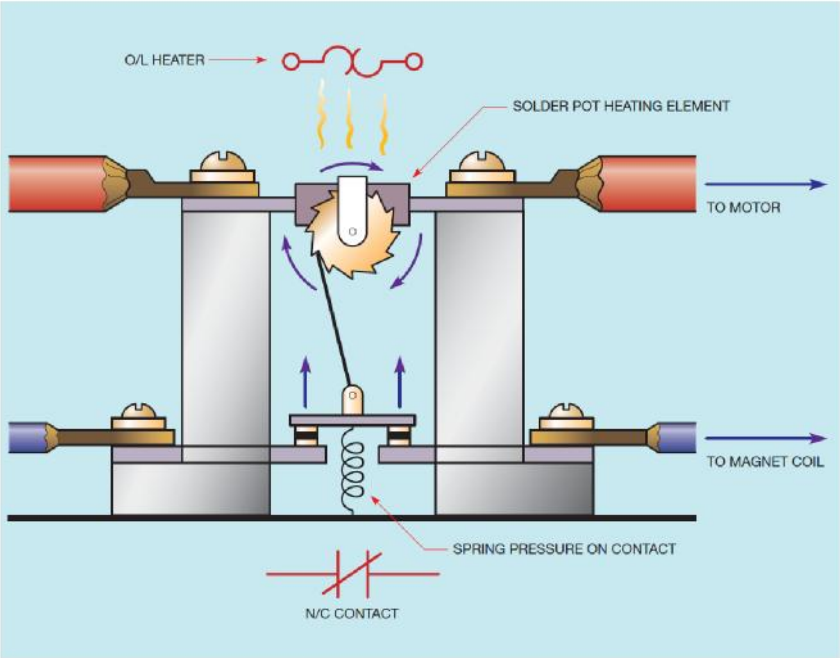
Solder melting အမျိုးအစား overload များအား တစ်ခါတစ်ရံတွင် solder pot overload များဟု ခေါ်ဆိုကြပါသည်။ ထိုသို့သော overload အမျိုးအစားအား ဖန်တီးရာတွင် ကြေးဂါ shaft တစ်ခုအား ကြေးဂါပြွန်အတွင်းထားရှိပါသည်။ လှသွားသက္ကန်ဘီးအား ကြေးဂါ shaft ၏ တစ်ဖက်တွင် တပ်ဆင်ထားပါသည်။ ပုံ ၄.၃ တွင်ပြထားသည့်အတိုင်း သတ်မှတ်အပူချိန်တွင် အရည်ပျော်မည့် သတ္တုရော solder သည် ကြေးဂါ shaft အား ကြေးဂါပြွန်ဖြင့် စက်မှုသဘာဝအားဖြင့် ဆက်သွယ်ထားပါသည်။ လှသွားသက္ကန်ဘီးသည် spring ဖြင့် loaded လုပ်ထားသော contact များအား ပုံ ၄.၄ အတိုင်း close လုပ်ထားပါမည်။ electric heater တစ်ခုအား ကြေးဂါပြွန် အနီးတွင်ဖြစ်စေ၊ ကပ်လျှက်ဖြစ်စေ ထားရှိပါသည်။ heater သည် မော်တာနှင့် တန်းဆက် ဆက်ထားပါသည်။ မော်တာလျှပ်စီးကြောင့် heater မှအပူကို ထုတ်လွှတ်စေပါသည်။ လျှပ်စီးပမာဏ ကြီးမားနေစဉ် လုံလောက်သော အချိန်အတိုင်းအတာအတွင်း solder သည် အရည်ပျော်သွားကာ ကြေးဂါ shaft အား ပြွန်အတွင်း ဝင်ရောက်သွားစေခြင်းဖြင့် contact အား open ဖြစ်သွားစေပါသည်။ solder လုံလောက်စွာ အပူချိန်တိုးလာပြီးနောက် အရည်ပျော်ကျမှုသည် အချိန်တစ်ခုကြာမြင့်စေသည့်အချက်ဖြစ်ကာ ယင်းသည် overload relay အတွက် time delay ကို ဖြစ်စေပါသည်။ overload ပမာဏ ကြီးမားလေလေ solder အား ပိုမိုလျှင်မြန်စွာ အရည်ပျော်လေလေဖြစ်ကာ overload အနည်းငယ်မျှ ဖြစ်ပေါ်ခြင်းထက် ပိုမိုလျှင်မြန်စွာ contact များအား open ဖြစ်စေပါ သည်။

Solder melting အမျိုးအစား overload heater များအား ထုတ်လုပ်သူအမျိုးမျိုးမှ တည်ဆောက်ထားသော ပုံသဏ္ဍာန်အမျိုးမျိုးရှိပါသည်။ ပုံ ၄.၅ တွင် အရည်ပျော်စေသော သတ္တုရော heater assemblies နှစ်ခုအား (က) နှင့် (ခ) အဖြစ်ပြသထားပါသည်။ စံပြု အရည်ပျော်စေသော သတ္တုရော အမျိုးအစား overload relay တစ်ခုအား ပုံ ၄.၆ တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။ overload relay မှ tripping လုပ်အပြီးတွင် ယင်းအား reset လုပ်ရန် လိုအပ်ပြီး ထိုသို့ မပြုလုပ်မီတွင် relay အေးသွားစေရန် အချိန် နှစ်မိနစ်၊ သို့မဟုတ် သုံးမိနစ်မျှ ခွင့်ပြုထားရန် လိုအပ်ပါသည်။ ယင်းသို့သော အအေးခံအချိန် cool-down time သည် solder အရည်ပျော်ပြီးသည့်နောက် ပြန်လည်မာကျောလာစေရန် လိုအပ်ပါသည်။

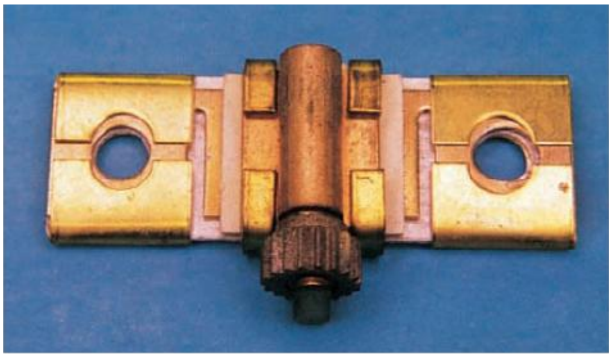
Trip လုပ်မည့် လျှပ်စီးအား ပြောင်းလဲလိုပါက heater အား ပြောင်းလိုက်ခြင်းဖြင့် ယင်း၏ setting အား ပြောင်းလဲနိုင်ပါသည်။ ထုတ်လုပ်သူများသည် မတူကွဲပြားသော မော်တာလျှပ်စီးအမျိုးမျိုးအတွက် မည်သည့် heater အရွယ်အစားအား အသုံးပြုသင့်သည်ကို chart များဖြင့် ညွှန်ပြကြပါသည်။ မိမိတို့ အသုံးပြုလိုသော overload relay အား ရွေးချယ်ရန် chart အား အသုံးပြုသင့်ပါသည်။ chart အားလုံးတို့သည် တူညီသော သဘောရှိသည့် အချက်အလက်များအား ဖော်ပြပေးမည်ဟု မဆိုလိုပေ။ chart တွင်ပါရှိသော ညွှန်ကြားချက်များအား သေချာစွာ ဖတ်ရှုကာ heater အရွယ်အစားအား ရွေးချယ်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ စံပြု overload heater များနှင့် သက်ဆိုင်သော chart အား ပုံ ၄.၇ တွင်ပြသထားပါသည်။



ပုံ ၄.၃ စံပြု solder pot overload တစ်ခု တည်ဆောက်ထားပုံ

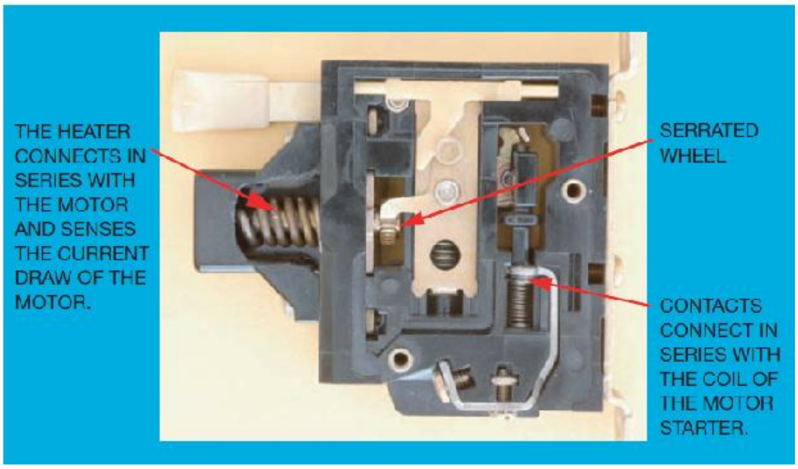


ပုံ ၄.၄ melting alloy thermal overload relay တစ်ခု။ solder သည် အပူကြောင့် အရည်ပျော်သွားခဲ့ပါက spring အားဖြင့် တွန်းလိုက်သည့်အခါတွင် contact သည် open ဖြစ်သွားကာ serrated wheel အား လွတ်လပ်စွာ လည်ပတ်စေပါသည်။ normally closed overload contact နှင့် heater element တို့၏ လျှပ်စစ်ဆိုင်ရာ သင်္ကေတများအား သတိပြုပါ။



ပုံ ၄.၅ (က) solder melting အမျိုးအစား overload heater

ပုံ ၄.၅ (ခ) Allen Bradley overload relay တစ်ခုအတွက် solder melting overload heater



ပုံ ၄.၆ စံပြ alloy melting အမျိုးအစား single phase overload relay

OVERLOAD HEATER SELECTION FOR NEMA STARTER SIZES 00 - 1. HEATERS ARE CALIBRATED FOR 115% OF MOTOR FULL LOAD CURRENT. FOR HEATERS THAT CORRESPOND TO 125% OF MOTOR FULL LOAD CURRENT USE THE NEXT SIZE LARGER HEATER.					
HEATER CODE	MOTOR FULL LOAD CURRENT	HEATER CODE	MOTOR FULL LOAD CURRENT	HEATER CODE	MOTOR FULL LOAD CURRENT
XX01	.25 - .27	XX18	1.35 - 1.47	XX35	6.5 - 7.1
XX02	.28 - .31	XX19	1.48 - 1.62	XX36	7.2 - 7.8
XX03	.32 - .34	XX20	1.63 - 1.78	XX37	7.9 - 8.5
XX04	.35 - .38	XX21	1.79 - 1.95	XX38	8.6 - 9.4
XX05	.39 - .42	XX22	1.96 - 2.15	XX39	9.5 - 10.3
XX06	.43 - .46	XX23	2.16 - 2.35	XX40	10.4 - 11.3
XX07	.47 - .50	XX24	2.36 - 2.58	XX41	11.4 - 12.4
XX08	.51 - .55	XX25	2.59 - 2.83	XX42	12.5 - 13.5
XX09	.56 - .62	XX26	2.84 - 3.11	XX43	13.6 - 14.9
XX10	.63 - .68	XX27	3.12 - 3.42	XX44	15.0 - 16.3
XX11	.69 - .75	XX28	3.43 - 3.73	XX45	16.4 - 18.0
XX12	.76 - .83	XX29	3.74 - 4.07	XX46	18.1 - 19.8
XX13	.84 - .91	XX30	4.08 - 4.39	XX47	19.9 - 21.7
XX14	.92 - 1.00	XX31	4.40 - 4.87	XX48	21.8 - 23.9
XX15	1.01 - 1.11	XX32	4.88 - 5.3	XX49	24.0 - 26.2
XX16	1.12 - 1.22	XX33	5.4 - 5.9		
XX17	1.23 - 1.34	XX34	6.0 - 6.4		

ပုံ ၄.၇ စံပြု overload heater chart

Bimetal Strip Overload Relay

Thermal overload relay အမျိုးအစားနောက်တစ်မျိုးမှာ bimetal strip overload ဖြစ်ပါသည်။ အရည်ပျော်သတ္တုရော အမျိုးအစားကဲ့သို့ပင် မော်တာလျှပ်စီးအား ယင်းနှင့် လိုက်ဖက်သော အပူပမာဏအား ပြောင်းလဲပြစ်ခြင်း နည်းဥပဒေသကို သုံးကာ လုပ်ဆောင်မှုပင်ပြုပါသည်။ အဓိကကွာခြားချက်မှာ bimetal strip သည် အပူကြောင့် ကွေးခြင်း သို့မဟုတ် လိပ်ခြင်း တို့ ဖြစ်သွားသည့်အချက်ကို အသုံးပြုခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။ ပုံ ၄.၈ တွင် ပြန့်ထွက်မှုနှုန်းမတူသော မတူကွဲပြားသော သတ္တု အမျိုးအစား နှစ်ခုအား ပူးတွဲကာ bimetal strip အား ပြုလုပ်ထားပါသည်။ သတ္တုများတို့သည် မတူညီသော ပြန့်ထွက်နှုန်းဖြင့် ပြန့်ထွက်သည်ဖြစ်ခြင်းကြောင့် strip

သည် အပူချိန်ပြောင်းလည်းသည်နှင့် ပုံ ၄.၉ အတိုင်း ကွေးခြင်း သို့မဟုတ် လိပ်ခြင်း တို့ဖြစ်ပေါ်လာပါသည်။ ယင်း bimetal strip ၏ ကွေးမှု လိပ်သွားမှု ပမာဏအား အောက်ပါအတိုင်း ဆုံးဖြတ်နိုင်ပါသည်။

၁။ bimetal strip ပြုလုပ်ရာတွင် အသုံးပြုသော သတ္တုအမျိုးအစား

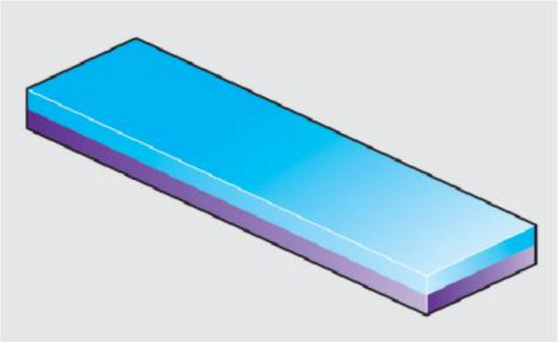
၂။ strip နှစ်ခု၏ အစွန်းဖက်များတွင်ဖြစ်ပေါ်သော အပူချိန်ခြားနားချက်

၃။ strip ၏ အလျား

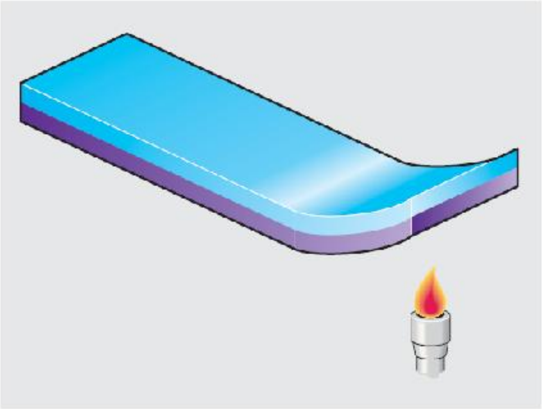
မော်တာလျှပ်စီးသည် overload heater အား ဖြတ်သန်းစီးဆင်းခြင်းကြောင့် bimetal strip အား ပူလာစေပါသည်။ ယင်းအပူသည် bimetal strip အား လိပ်သွားစေပါသည်။ bimetal strip သည် လုံလောက်စွာ ပူလောင်လာသောအခါတွင် contact တစ်စုံအား open ဖြစ်စေပါသည် (ပုံ ၄.၁၀)။ overload contact တို့ open ဖြစ်ပြီးသွားသည်နှင့် bimetal strip သည် contact များ re-close အနေအထားသို့ ပြန်လည်ရောက်ရှိသွားစေရန် cool-down time အနေနှင့် နှစ်မိနစ်မျှ ခွင့်ပြုထားရန် လိုအပ်ပါသည်။ overload current ပမာဏမြင့်မားပါက bimetal strip သည် လျှင်မြန်သော နှုန်းဖြင့် လိပ်သွားသောကြောင့် contact များအား လျှင်မြန်စွာ open ဖြစ်စေပါသည်။

များသောအားဖြင့် bimetal strip အမျိုးအစား overload relay တို့သည် solder melting အမျိုးအစား overload relay တို့ထက် ပိုမိုသုံးစွဲရ ကောင်းမွန်သော အချက်နှစ်ခုမျှရှိပါသည်။ ပုံ ၄.၁၀ တွင်ပြထားသည့်အတိုင်း trip လုပ်လိုသော လျှပ်စီးပမာဏ အတိုင်းအတာကို knob အား လှည့်ကာ ချိန်ပေးနိုင်ခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။ ယင်း knob သည် contact opening မလုပ်မီတွင် bimetal strip မည်မျှ လိပ်သွားရမည်ဆိုသော အကွာအဝေးအား ချိန်ညှိပေးပါသည်။ ယင်း ချိန်ညှိမှုသည် ပတ်ဝန်းကျင်လေထုအပူချိန် ပြောင်းလဲမှုကြောင့် sensitivity မည်မျှပြောင်းလဲရန် လိုအပ်သည်ကိုပြဆိုပါသည်။ knob အား ၁၀၀% အခြေအနေတွင် (ပုံ ၄.၁၁) အတိုင်း set လုပ်မည်ဆိုပါက တပ်ဆင်ထားသော overload heater သည် မော်တာ၏ ဝန်အားပြည့်လျှပ်စီး စီးဆင်းသော အချိန်မှာပင် overload သည် operate လုပ်ပေမည်။ အေးမြသော ဆောင်းလများတွင် ယင်း setting သည် မော်တာအား ကာကွယ်မှုပြုရန် အလွန်မြင့်မားနေပေမည်။ အေးမြသော ရာသီဥတုအတွက် knob အား မော်တာလျှပ်စီး၏ ၁၀၀% မှ ၈၅% အတွင်း operate လုပ်နိုင်ရန် ချိန်ညှိပေးနိုင်ပါသည်။ ပူလောင်သော နွေကာလများတွင် မော်တာသည် ပတ်ဝန်းကျင်လေထုကြောင့် စိတ်ပျက်ဖွယ် trip လုပ်ခြင်းများ ဖြစ်နိုင်ပေသည်။ ပူလောင်သော

အခြေအနေအတွက် knob အား ချိန်ညှိရာတွင် မော်တာ ဝန်အားပြည့်လျှပ်စီး၏ ၁၀၀% မှ ၁၁၅% အတွင်းသာ အလုပ်လုပ်နိုင်စေရန်အတွက် overload relay အား ချိန်ညှိပေးစေပါသည်။



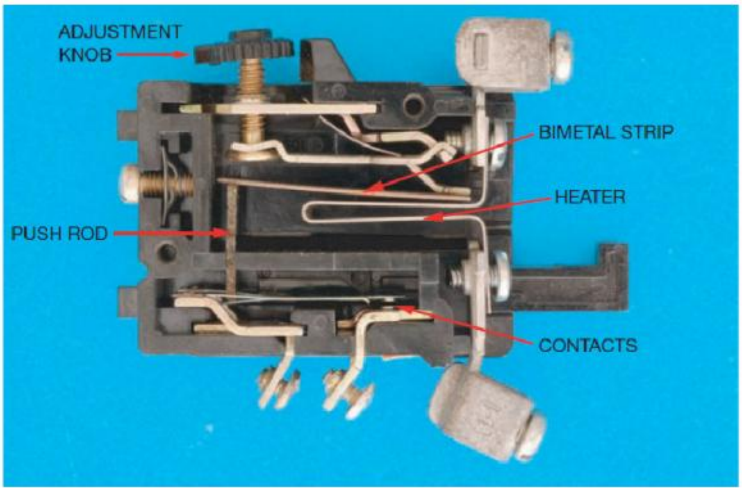
ပုံ ၄.၈ အမျိုးမတူသော သတ္တု နှစ်မျိုးအား ပူးကပ်ကာတွဲခြင်းဖြင့် bimetal strip တစ်ခုအား တည်ဆောက်ထားပုံ



ပုံ ၄.၉ bimetal strip တစ်ခုသည် အပူချိန်ပြောင်းလဲမှုကြောင့် လိပ်သွားပုံ

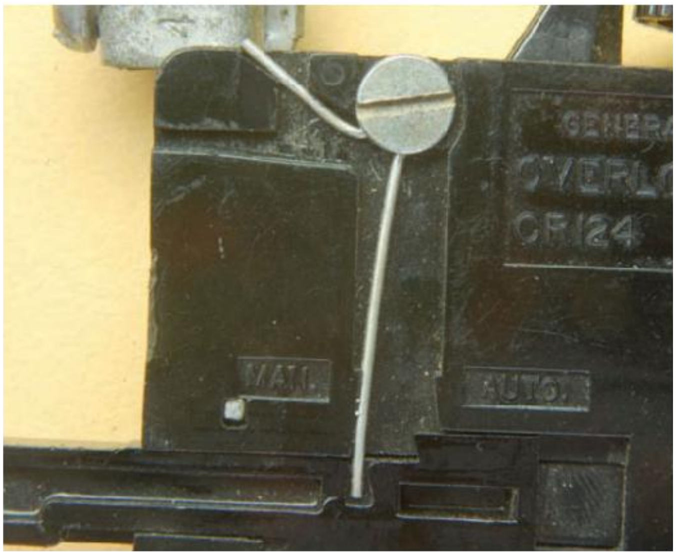
Solder melting အမျိုးအစားနှင့် မတူသော နောက်ထပ် အချက်တစ်ခုမှာ bimetal strip အမျိုးအစား relay တို့အား manual သို့မဟုတ် automatic အားဖြင့် reset လုပ်နိုင်ခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။ overload relay ၏ ဘေးခြမ်းတွင်ရှိသော spring တစ်ခုအားဖြင့် setting လုပ်နိုင်ပါသည် (ပုံ ၄.၁၂)။ manual အခြေအနေဖြင့် set လုပ်ရာတွင် reset lever အား တွန်းလိုက်ခြင်းဖြင့် manually reset လုပ်နိုင်ပါသည်။ အကယ်၍ overload relay အား automatic reset တွင်ချိန်ညှိထားခဲ့ပါက bimetal strip သည် လုံလောက်သော အအေးခံမှု

ရရှိပြီးနောက်တွင် contact တို့သည် re-close ပြန်ဖြစ်သွားပေမည်။ အကယ်၍ ထိုသို့ဖြစ်ပေါ်ပါက ယင်းအချက်သည် မော်တာအား ပြန်လည် စတင်မောင်းနှင်မှုဖြစ်နိုင်ခြင်းကြောင့် လုံခြုံမှု အန္တရာယ်ရှိပါသည်။ ထို့ကြောင့် overload relay တို့အား setting ထားရာတွင် ရုတ်တရက် overload contact များ re-close ဖြစ်ခြင်းကြောင့် တစ်စုံတစ်ယောက်အား ထိခိုက်ဒဏ်ရာ ရစေခြင်း သို့မဟုတ် ပစ္စည်းများအား ပျက်စီးစေခြင်းများ မရှိစေမှသာ ထားရှိသင့်ပါသည်။

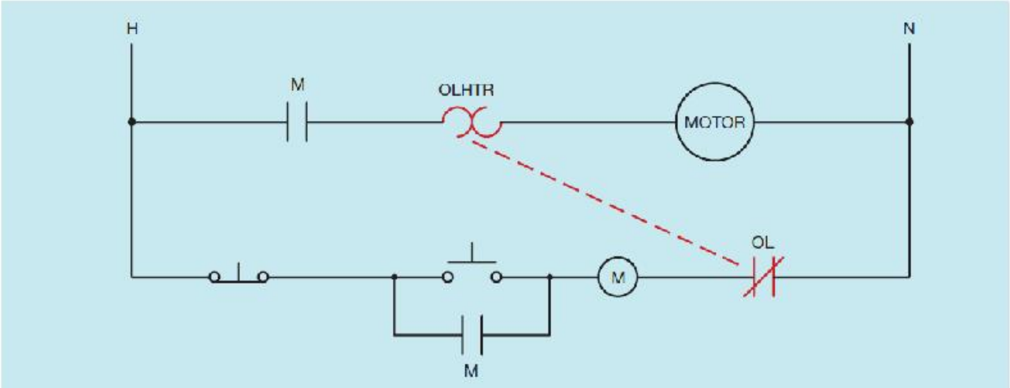


ပုံ ၄.၁၀ bimetal strip အမျိုးအစား overload relay

ပုံ ၄.၁၁ ချိန်ညှိနိုင်သော knob ဖြင့် heater rating ၏ ၈၅% မှ ၁၁၅% အတွင်း လျှပ်စီးပမာဏအား setting ထားရှိနိုင်ပါသည်။



ပုံ ၄.၁၂ bimetal strip များစွာကို အသုံးပြုသော overload relay အမျိုးအစားဖြစ်ကာ manual ဖြစ်စေ၊ automatic ဖြစ်စေ reset ချိန်ညှိလုပ်ကိုင်နိုင်ပါသည်။

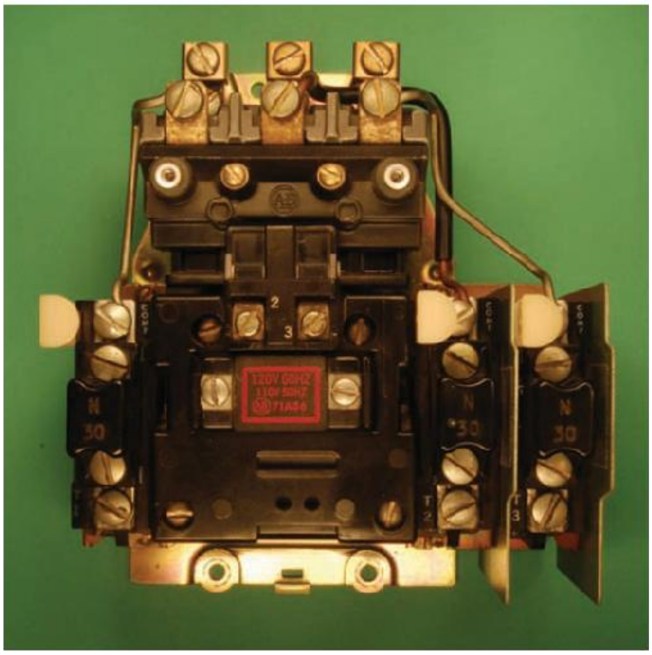


ပုံ ၄.၁၁ single-overload relay တစ်ခုအား အသုံးပြုကာ single-phase မော်တာတစ်လုံးအား ကာကွယ်မှုပြုပုံ

Three-Phase Overload များ

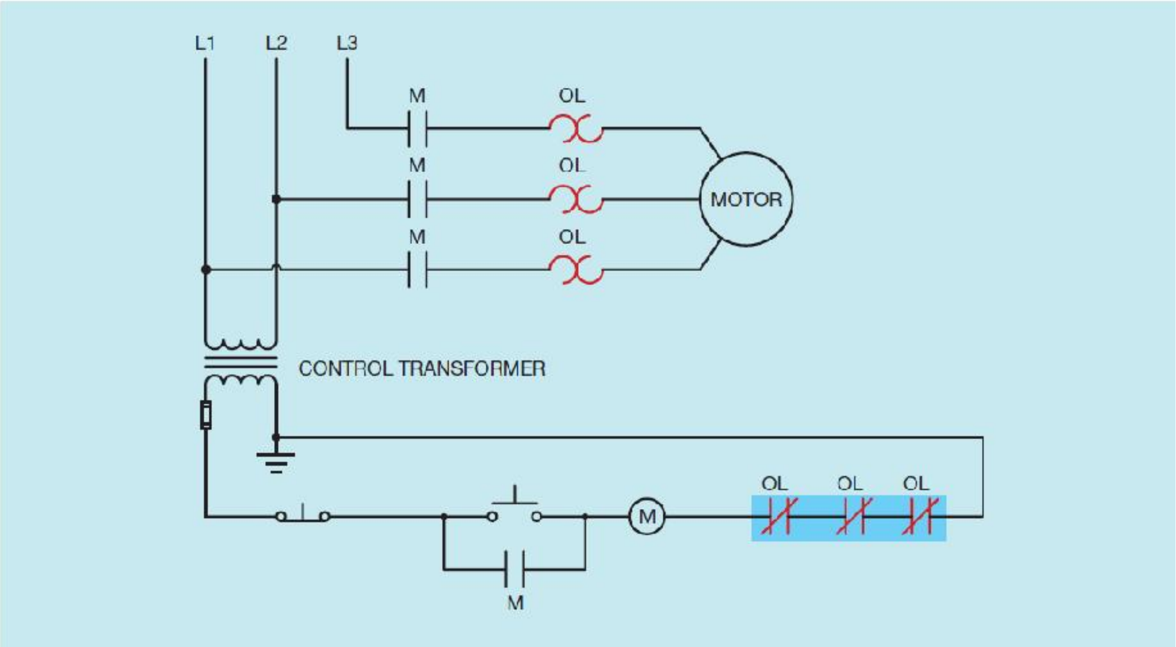
ရှင်းပြခဲ့ပြီးသော overload relay တို့သည် ပုံ ၄.၁၃ တွင်ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း မော်တာတစ်လုံးအား conductor တစ်ခုတည်းဖြင့် ပါဂါပေးပို့ရာတွင် စီးမည့် လျှပ်စီးပမာဏအား စုံစမ်းသိရှိစေရန် ရည်ရွယ်ပါသည်။ ထိုသို့သော overload relay အမျိုးအစားအား single-phase သို့မဟုတ် direct current motor များအား ကာကွယ်မှုပြုရာတွင် အသုံးပြုကြပါသည်။ NEC မှ သတ်မှတ်ထားသည်မှာ direct current motor သို့မဟုတ်

single-phase motor တစ်လုံးအား ၁၂၀ဗို့ သို့မဟုတ် ၂၄၀ဗို့အား တို့ဖြင့် operate လုပ်ပါက ယင်းတို့အား ကာကွယ်မှုပြုရာတွင် overload sensor device တစ်ခုသာ အသုံးပြုရန်သာ လိုအပ်ပါသည်။ three-phase မော်တာများတွင်မူ overload sensor (heater များ သို့မဟုတ် magnetic coil များ) အား line တစ်ခုစီတွင် တပ်ဆင်ပေးရပါမည်။ အချို့သော မော်တာ starter များတွင် single-overload relay သုံးခုအား တပ်ဆင်ကာ three-phase line တစ်ခုစီမှ လျှပ်စီးအား လွတ်လပ်စွာ အာရုံခံနိုင်စေပါသည် (ပုံ ၄.၁၄)။ ထိုသို့လုပ်ဆောင်ရာတွင် overload relay တစ်ခုစီမှ normally closed contact တို့သည် ပုံ ၄.၁၅ အတိုင်း တန်းဆက် ဆက်ထားပါသည်။ ယင်းတို့အနက်မှ တစ်ခုခုသည် normally close အနေအထားမှ open ဖြစ်သွားခဲ့ပါက starter coil သို့ပေးပို့သော ပါဂါတို့သည် တားဆီးခံရသောကြောင့် မော်တာသည် power line မှ disconnected ဖြစ်သွားပေမည်။

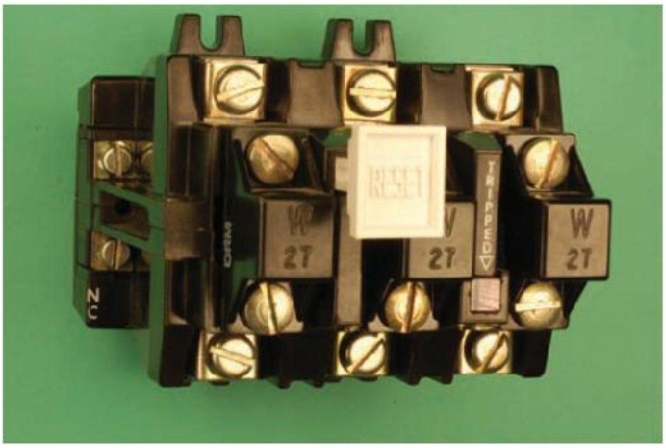


ပုံ ၄.၁၄ single-phase overload relay သုံးခုအား အသုံးပြုကာ three-phase မော်တာတစ်လုံး၏ လိုင်းတစ်ခုစီရှိ လျှပ်စီးအား အာရုံခံပုံ

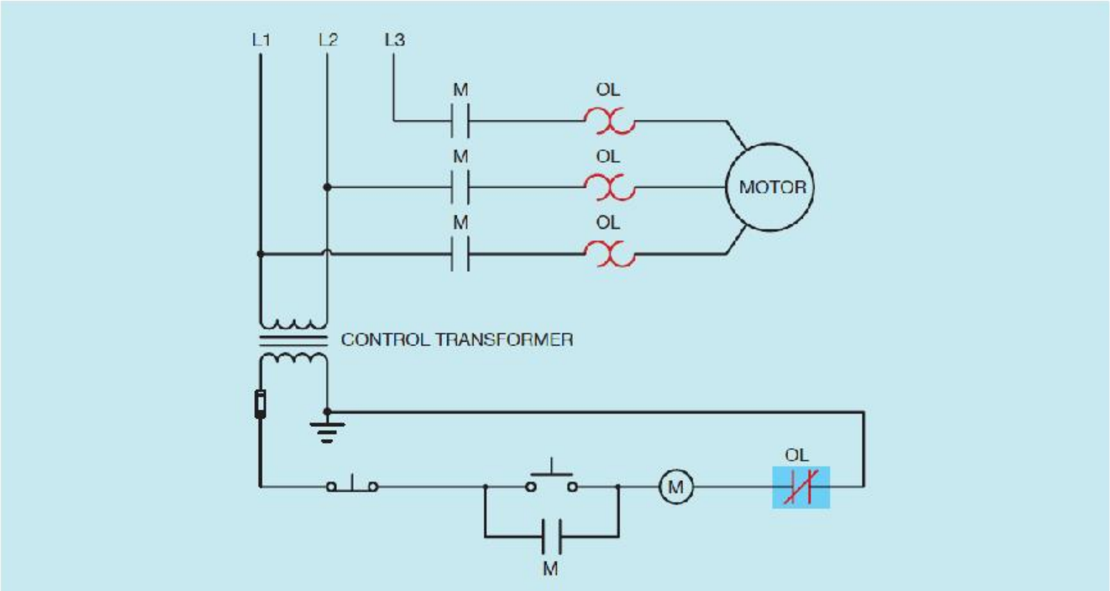
Overload relay များအား ပုံ ၄.၁၆ အတိုင်း overload heater သုံးခုပါရှိပြီး normally closed contact တစ်စုံထည့်သွင်းကာ ထုတ်လုပ်ထားကြပါသည်။ ယင်းသို့သော relay များကို ယေဘုယျအားဖြင့် three-phase motor များအား ကာကွယ်ရာတွင်အသုံးပြုကြပါသည်။ normally closed contact တစ်စုံသာ ပါဝင်သော်လည်း overload ဖြစ်ခဲ့ပါလျှင် heater သုံးခုမှ တစ်ခုခုသည် contact များအား open ဖြစ်စေကာ မော်တာ starter ကွိုင်အား disconnect ဖြစ်စေပါသည် (ပုံ ၄.၁၇)။



ပုံ ၄.၁၅ single-phase overload relay သုံးခုအား အသုံးပြုကာ three-phase မော်တာတစ်လုံးအား ကာကွယ်မှုပြုသော ပုံဖြစ်ကာ overload relay တစ်ခုစီ၏ normally closed ဖြစ်နေသော contact များအား တန်းဆက် ဆက်ထားပါသည်။



ပုံ ၄.၁၆ three-phase thermal overload relay



ပုံ ၄.၁၇ overload heater သုံးခုပါရှိသော three-phase overload relay တစ်ခုဖြစ်ပြီး normally closed contact တစ်စုံပါရှိပါသည်။

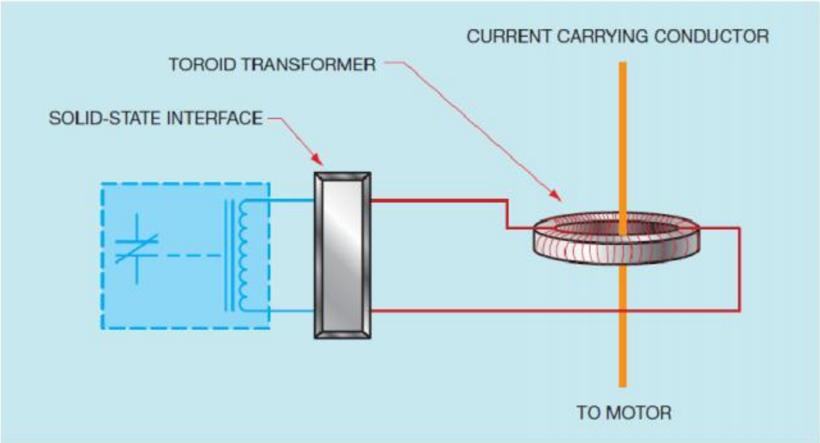
Magnetic Overload Relay များ

Magnetic အမျိုးအစား overload relay များတို့သည် မော်တာအတွင်းသို့စီးဆင်းသော လျှပ်စီးကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသော သံလိုက်စက်ကွင်း ပြင်းအားကို အာရုံခံကာ operate လုပ်ဆောင်နိုင်စေပါသည်။ magnetic အမျိုးအစား နှင့် thermal အမျိုးအစား overload relay တို့တွင် ကြီးမားသော ကွာခြားချက်မှာ magnetic အမျိုးအစားသည် ပတ်ဝန်းကျင်လေထု အပူချိန်အား အာရုံခံရန် မလိုအပ်ခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။ magnetic

အမျိုးအစား overload relay တို့အား ယေဘုယျအားဖြင့် လေထုအပူချိန် အတော်ပြောင်းလဲတတ်သော နေရာဒေသတို့တွင် အသုံးများကြပါသည်။ magnetic အမျိုးအစား overload relay တို့အား electronic နှင့် dashpot အမျိုးအစားဟူ၍ နှစ်မျိုးနှစ်စား ခွဲခြားနိုင်ပါသည်။

Electronic Overload Relay များ

Electronic Overload relay များသည် current transformer အား အသုံးပြုကာ မော်တာလျှပ်စီးအား အာရုံခံယူပါသည်။ မော်တာထံသို့ ပါဝါပေးပို့သော conductor သည် ပုံ ၄.၁၈ တွင်ပြထားသည့်အတိုင်း toroid transformer ၏ core အား ဖြတ်သန်းသွားပါသည်။ conductor တွင်လျှပ်စီး စီးသည်နှင့် ယင်း conductor တွင် ဖြစ်လာသော ပြန်လှန် သံလိုက်စက်ကွင်းသည် toroid transformer တွင် induce voltage တစ်ခုကို ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။ ဖြစ်ပေါ်လာသော induce voltage ပမာဏသည် conductor အတွင်း ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသော လျှပ်စီးပမာဏနှင့် အချိုးကျပါသည်။ ယင်းသို့သော လုပ်ဆောင်မှုသည် clamp-on အမျိုးအစား ammeter တို့တွင် အသုံးပြုသော တူညီသော အခြေခံ နည်းဥပဒေသဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၄.၁၈ သံလိုက်စက်ကွင်းပြင်းအားကို တိုင်းတာခြင်းအားဖြင့် မော်တာလျှပ်စီးအား အာရုံခံသော electronic overload

toroid transformer မှ induce voltage အား ဆက်စပ်လျက်ရှိသော electronic အပိုင်းထံသို့ ပို့လွှတ်ကာ ယင်းမှ မော်တာ စတင်မောင်းနှင်ရန် လိုအပ်သော time delay အား ရရှိစေပါသည်။ များစွာသော electronic

အမျိုးအစား overload relay တို့အား ပရိုဂရမ်ရေးသား အသုံးပြုနိုင်ကာ မော်တာ၏ ဝန်အားပြည့်လျှပ်စီးပမာဏ၊ အမြင့်ဆုံးနှင့် အနိမ့်ဆုံး ဗို့အားလယ်ဗယ်များ၊ overload ရာခိုင်နှုန်း၊ နှင့် အခြားသော အချက်များ အား setting လုပ်ထားနိုင်ပါသည်။ ပုံ ၄.၁၉ တွင် three-phase electronic overload relay အား ပြသထားပါသည်။

ပုံ ၄.၁၉ three-phase electronic overload relay တစ်လုံး

Dashpot Overload Relay များ

Dashpot Overload Relay များသည် မော်တာများ စတင်မောင်းနှင်ရာတွင် time delay ရရှိစေရန် တွဲဖက်သုံးစွဲရသော ပစ္စည်းအား အစွဲပြုကာ ထိုသို့သော အမည်နာမကို ရရှိခဲ့ခြင်းဖြစ်ပါသည်။ dashpot timer တစ်ခုတွင် အခြေခံအားဖြင့် container တစ်ခု၊ ပစ်စတင် တစ်ခု၊ နှင့် ဂင်ရိုးတစ်ခုတို့သည် ပုံ ၄.၂၀ အတိုင်းဖွဲ့စည်းပါဝင်ကြပါသည်။ ပစ်စတင်ကို container အတွင်း ထားရှိပြီး ယင်း container အတွင်းတွင် dashpot oil ဟုခေါ်သော အထူးပြုလုပ်ထားသော ဆီတစ်မျိုးအား ဖြည့်သွင်းထားပါသည် (ပုံ ၄.၂၁)။ dashpot oil ၏စေးပျစ်အား ကို အပူချိန်အမျိုးမျိုးတွင် တူမျှသော စေးပျစ်မှုရှိနေစေပါသည်။ အသုံးပြုသော အမျိုးအစားနှင့် ဆီ၏စေးပျစ်အား တို့သည် timer အတွက် time delay ပမာဏအား ဆုံးဖြတ်ပေးမည့်

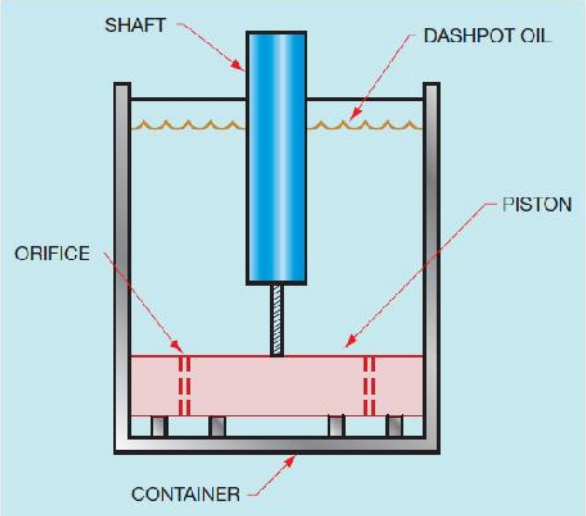
အချက်များဖြစ်ပါသည်။ အခြားသော အချက်မှာ ပုံ ၄.၂၂ ပါ piston အတွင်း orifice holes များ opening လုပ်ရန်အတွက် setting လုပ်ခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။ Orifice holes များမှတစ်ဆင့် ဆီ များအား piston ကို ဖြတ်သန်းစီးဆင်းစေခြင်းဖြင့် ဆီ များအား ဖြင့် မြင့်တက်စေပါသည်။ orifice hole များ၏ opening အား piston အပေါ်ရှိ sliding valve မှ ထိန်းညှိပေးနိုင်ပါသည်။

Dashpot overload relay တွင် ကွိုင်တစ်ခုပါရှိကာ ယင်းအား မော်တာနှင့် ဆက်သွယ်ထားပါသည် (ပုံ ၄.၂၃)။ ကွိုင်အတွင်း လျှပ်စစ်စီးဆင်းသည်နှင့် သံလိုက်စက်ကွင်းတစ်ခုသည် ကွိုင်၏ ပတ်လည်တွင် ဖြစ်ပေါ်လာပါသည်။ ယင်း သံလိုက်စက်ကွင်း၏ ပြင်းအားသည် မော်တာလျှပ်စီးနှင့် အချိုးကျပါသည်။ အဆိုပါ သံလိုက်စက်ကွင်းသည် dashpot timer ၏ ဂင်ရိုးအား ကွိုင်အတွင်းသို့ ဆွဲသွင်းယူပါသည်။ ဂင်ရိုး၏ ရွေ့လျားမှုအား နှေးကွေးတုန့်ဆိုင်းစေရန် piston အား container အတွင်းရှိ ဆီအတွင်းထားရှိရပါမည်။ အကယ်၍ မော်တာသည် ပုံမှန်အတိုင်း မောင်းနှင်နေပါက ယင်း မော်တာလျှပ်စီးအနေဖြင့် ဂင်ရိုးအား ကွိုင်အတွင်းသို့ normally closed contact အား open ဖြစ်သွားစေနိုင်လောက်သည်အထိ လုံလောက်သော ဆွဲဂင်မှုမျိုး မရရှိမီ အချိန်အထိ လုံခြုံစိတ်ချရသော level တစ်ခုတိုင်အောင် လျော့ကျသွားပါမည် (ပုံ ၄.၂၄)။ မော်တာ overload ဖြစ်သွားခဲ့လျှင် သံလိုက်စက်ကွင်းသည် ဂင်ရိုးအား ကွိုင်အတွင်းသို့ overload contact အား ဆွဲသွင်းနိုင်ရန် အတွက် လုံလောက်သည်အထိ ပိုမိုပြင်းထန်လာပါမည်။ မော်တာသို့ပေးပို့သော ပါဂါအား ဖြတ်တောက်လိုက်ပါက သံလိုက်စက်ကွင်းပြိုပျက်သွားခြင်းကြောင့် piston သည် container ၏ အောက်ခြေသို့ ပြန်လည်ရောက်ရှိသွားပါမည်။ မော်တာလျှပ်စီး ပြတ်တောက်သွားသည်နှင့် check valve များကြောင့် piston သည် container ၏ အောက်ခြေသို့ အလျှင်အမြန်ပြန်လည် ရောက်ရှိသွားပေမည်။

Dashpot overload များတွင် relay အား ဂန်အားလျှပ်စီးတန်ဖိုး အသီးသီးအတွက် တနည်းတစ်လမ်း အားဖြင့် ချိန်ညှိပေးရန်လိုအပ်ပါသည်။ ထိုသို့ချိန်ညှိရန် ဂင်ရိုးအား အရစ်ပါသော rod တစ်ခုဖြင့် (ပုံ ၄.၂၅) ဆက်ထားရပါမည်။ ယင်းသို့ပြုလုပ်ခြင်းအားဖြင့် ကွိုင်အတွင်းရှိ ဂင်ရိုးသည် တိုခြင်း၊ သို့မဟုတ် ရှည်ထွက်ခြင်းတို့ကို ဖြစ်စေနိုင်ပါသည်။ ဂင်ရိုး၏အလျား ရှည်လာလေလေ contact အား open လုပ်ရန်အတွက် ဂင်ရိုးအား ကွိုင်အတွင်းသို့ ဆွဲသွင်းရန် လျှပ်စီးအနည်းငယ်သာလိုအပ်ပေမည်။ ကွိုင်အပေါ်ဖက်တွင်ရှိသော nameplate တွင် overload relay တစ်ခုချင်းစီအတွက် လျှပ်စီးပမာဏ အမျိုးမျိုးနှင့် ပတ်သက်သော setting များအား စာရင်းပြုစုဖော်ပြထားပါသည် (ပုံ ၄.၂၆)။ ချိန်ညှိမှုပြုရာတွင်

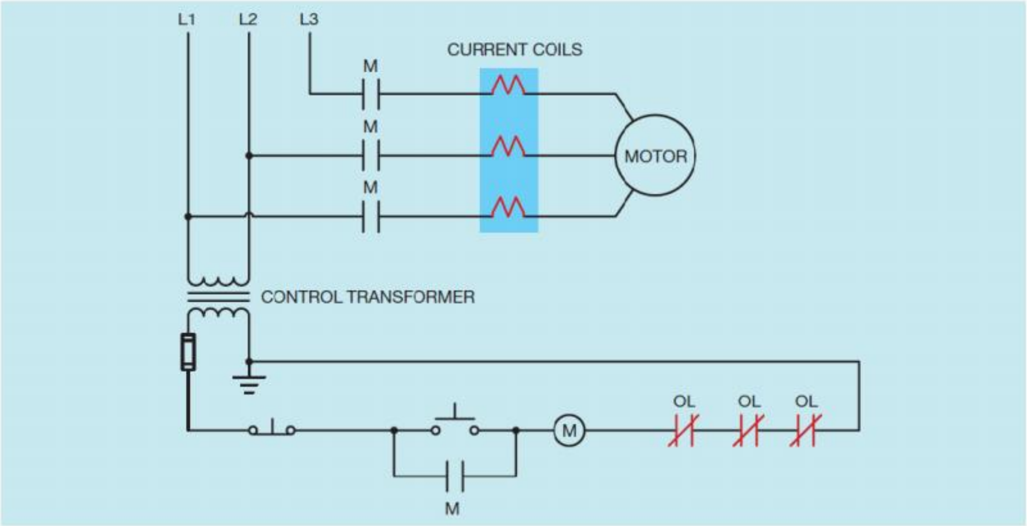
ဂင်ရိုးအား ပုံ ၄.၂၇ တွင်ပြထားသည့်အတိုင်း အလိုရှိသော လျှပ်စီးအား ကိုယ်စားပြုသည့် ဂင်ရိုးပေါ်ရှိ လိုင်းအား deshpot container ၏ ထိပ်ဆုံးနှင့် တညီတည်းရောက်သည့်တိုင်အောင် ရွှေလျားပေးရပါမည် (ပုံ ၄.၂၇)။ dashpot overload relay အား ပုံ ၄.၂၈ တွင်ပြသထားပါသည်။

ပုံ ၄.၂၀ dashpot timer တစ်လုံး ဖြစ်ပြီး ယင်းတွင် အဓိကအားဖြင့် piston၊ shaft နှင့် container တို့ပါရှိပါသည်။

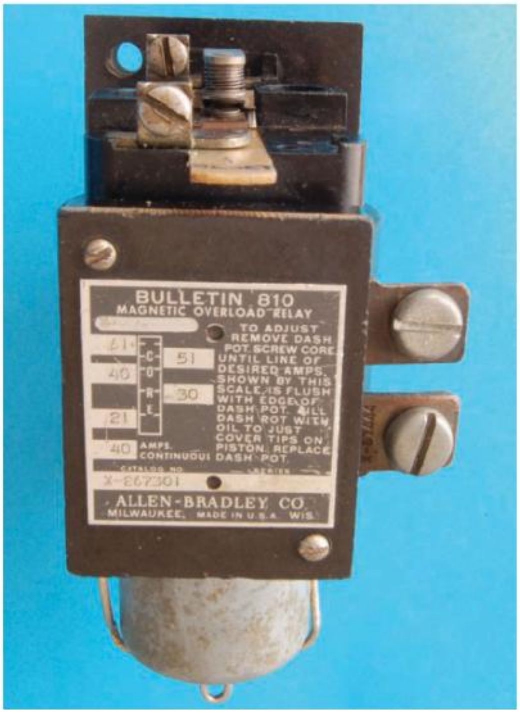


ပုံ ၄.၂၁ dashpot timer တစ်လုံး၏ အခြေခံတည်ဆောက်ပုံ

ပုံ ၄.၂၂ dashpot timer တစ်လုံးအတွက် time delay ရရှိစေရန် orifice တို့၏ အကျယ်အား set လုပ်ပေးနိုင်ပါသည်။

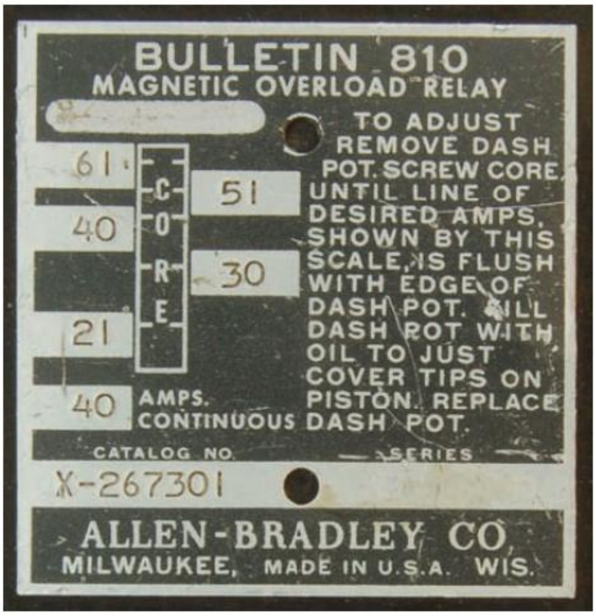


ပုံ ၄.၂၃ ကွိုင်များပါရှိသော dashpot overload relay များအား မော်တာနှင့် တန်းဆက် ဆက်ထားပါသည်။



ပုံ ၄.၂၄ dashpot overload relay တစ်လုံး၏ normally closed contact များ

ပုံ ၄.၂၅ လျှပ်စီးပမာဏ အမျိုးမျိုးအတွက် shaft အလျားကို ချိန်ညှိပေးခြင်း



ပုံ ၄.၂၆ nameplate အပေါ်တွင် လျှပ်စီးပမာဏ တန်ဖိုးအမျိုးမျိုးအား စာရင်းပြုစုထားပုံ

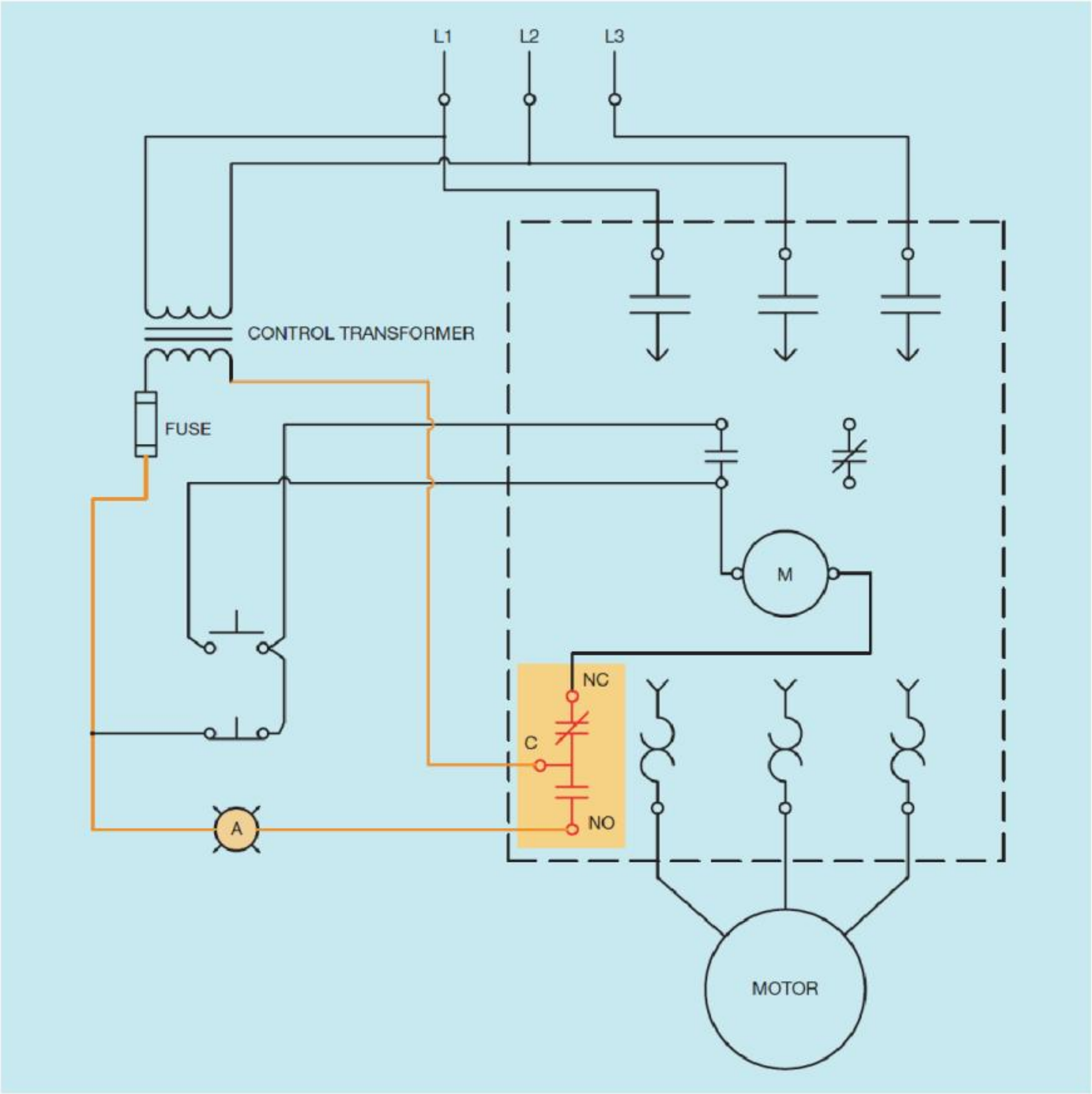
ပုံ ၄.၂၇ shaft အပေါ်ရှိ line သည် အလိုရှိသော လျှပ်စီးပမာဏ ကို ရည်ညွှန်းကာ dashpot container ၏ ထိပ်ဖက်နှင့် တညီတည်းဖြစ်စေရန် set လုပ်ထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။

Overload contact များ

Overload relay များအားလုံးတို့တွင် normally closed contact များ တစ်စုံစီပါဝင်ကြသော်လည်း အချို့သော ထုတ်လုပ်သူတို့သည် normally open contact များ တစ်စုံစီကိုလည်း ထည့်သွင်းပေးကြပါသည်။ ယင်း contact နှစ်စုံတို့သည် single-pole double throw switch သို့မဟုတ် သီးခြား contact များ အနေဖြင့် တစ်ခုမဟုတ် တစ်ခု ရှိနေကြပေမည်။ single-pole double throw switch ပုံစံမျိုးတွင် common terminal (C) တစ်ခု၊ normally closed terminal (NC) တစ်ခုနှင့် normally open terminal (NO) တစ်ခုတို့ ပါဝင်ကြပေမည် (ပုံ ၄.၂၉)။ ပုံ ၄.၃၀ တွင် ပြသထားသော starter တွင် normally closed အပိုင်းသည် overload ဖြစ်စဉ်တွင် မော်တာ starter အပိုင်းအား ဖြတ်တောက်ပြစ်နိုင်ရန် အတွက် ဖြစ်ကာ normally open အပိုင်းမှာမူ indicator light အား turn on လုပ်လိုက်ခြင်းဖြင့် operator အား overload ကြောင့် trip လုပ်လိုက်ပြီဖြစ်ကြောင်း သတင်းပေးပို့ပါသည်။ ပုံ ၄.၃၁ တွင်ပြသထားသော overload relay တွင် သီးခြား contact နှစ်စုပါဝင်ကာ တစ်ခုသည် normally open ဖြစ်ပြီး၊ နောက်တစ်ခုမှာမူ normally closed ဖြစ်ပါသည်။ overload relay ရှိ normally open ဖြစ်နေသော contact အစု၏ အသုံးပြုပုံမှာ programmable logic controller (PLC) ထံသို့ input signal တစ်ခုအား ပို့လွှတ်နိုင်ခြင်းဖြစ်ပါသည်။ overload ကြောင့် trip ဖြစ်ခဲ့ပါက normally closed ဖြစ်နေသော contact အစုသည် open ဖြစ်သွားကာ starter coil အား line မှ disconnect ဖြစ်စေပါသည်။ normally open ဖြစ်နေသော contact အစုမှာမူ close ဖြစ်သွားကာ ပုံ ၄.၃၂ တွင်ပြထားသည့်အတိုင်း PLC အတွက် input signal တစ်ခု ရရှိစေပါမည်။ မှတ်သားရန်မှာ interposing relay နှစ်ခုဖြစ်သော CR1 နှင့် CR2 တို့မှာ PLC နှင့် မော်တာ starter အား သီးခြားစီ ခွဲထုတ်နိုင်စေရန်ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းအချက်အား လုံခြုံစိတ်ချရရေးဟူသော သဘောဖြင့် မကြာမကြာအသုံးပြုပါသည်။ control relay သည် starter သို့မဟုတ် PLC တို့အထံသို့ တစ်ခုထက်ပိုသော power source များမှ ဝင်ရောက်ခြင်းမရှိစေရန် တားဆီးပေးပါသည်။ PLC နှင့် starter တို့တစ်ခုစီတွင် သီးခြား power source များ ရှိကြပါသည်။ starter တွင် service လုပ်နေစဉ်ဖြစ်စေ၊ ပြင်ဆင်နေစဉ်တွင်ဖြစ်စေ ပါဝါပြတ်တောက်သွားခဲ့ပါက PLC မှ ပါဝါသည် starter ၏ အစိတ်အပိုင်းများအား ဆက်သွယ်ထားမိခဲ့ပါလျှင် ထိခိုက်ဒဏ်ရာ ရရှိနိုင်ပါသည်။

ပုံ ၄.၂၈ dashpot overload relay

ပုံ ၄.၂၉ normally closed နှင့် normally open ဖြစ်နေသော contact များပါရှိသော overload relay။ normally closed contact အား OL ဟု လေဘယ်တပ်ထားပြီး normally open contact ကိုမူ ALAR ဟု လေဘယ်တပ်ထားပါသည်။ ဘုံဖြစ်နေသော contact ကိုမူ COM ဟု လေဘယ်တပ်ထားပါသည်။



ပုံ ၄.၃၀ single-ple double throw contact တစ်စုံပါဝင်သော overload relay။ normally closed (NC) အပိုင်းသည် မော်တာတွင် overload ဖြစ်သောအခြေအနေအား ကာကွယ်မှုပြုရန်နှင့် normally open (NO) ဖြစ်နေသော အပိုင်းသည် indicator lamp အား လင်းစေခြင်းအားဖြင့် ထိန်းကျောင်းမောင်းနှင်သူအား သတိပေးကာ မော်တာအားလည်း overload အခြေအနေတွင် trip ဖြစ်စေပါသည်။

ပုံ ၄.၃၁ normally closed နှင့် normally open ဖြစ်နေသော contact များပါဝင်သည့် overload relay

မြင်းကောင်ရေ မြင့်မားသော မော်တာများအား ကာကွယ်မှုပြုခြင်း

မြင်းကောင်ရေ ပမာဏမြင့်မားသော ကြီးမားသည့် မော်တာကြီးများသည် လျှပ်စီးပမာဏရာပေါင်းများစွာ ကို အသုံးပြုသည့်အတွက် overload heater များအား အရွယ်အစား သတ်မှတ် သုံးစွဲရန်မှာ ခက်ခဲလှပေသည်။ ထိုအခြေအနေမျိုးတွင် အသုံးများသောနည်းမှာ current transformer တစ်လုံးအား အသုံးပြုခြင်းဖြစ်ကာ overload heater များ (ပုံ ၄.၃၃) အတွက် လျှပ်စီးပမာဏကို လျှော့ချနိုင်ရန်ဖြစ်ပါသည်။ ပုံ ၄.၃၃ တွင်ပြထားသော current transformer တွင် လျှပ်စီးအချိုး ၁၅၀ း ၅ ရှိပါသည်။ ဆိုလိုသည်မှာ မော်တာနှင့် ချိတ်ဆက်ထားသော primary ဘက်ခြမ်းတွင် လျှပ်စီး ၁၅၀ အမ်ပီယာ စီးဆင်းနေသောအခါတွင် transformer ၏ secondary ဘက်ခြမ်းရှိ terminal များအား shorted လုပ်လိုက်သောအခါတွင် ၅ အမ်ပီယာမျှ စီးပေမည်။ current transformer ၏ secondary ဘက်ခြမ်းသည် overload heater နှင့် ဆက်သွယ်ထားကာ မော်တာကို ကာကွယ်မှုပြုနိုင်စေရန်ဖြစ်ပါသည် (ပုံ ၄.၃၄)။ ပုံ ၄.၃၄ ရှိ current transformer နှင့် ဆက်သွယ်ထားသော မော်တာ၏ ဝန်အားပြည့်လျှပ်စီးသည် ၁၃၆ အမ်ပီယာဖြစ်သည်ဆိုကြပါစို့။ အကယ်၍ လျှပ်စီးအချိုး ၁၅၀ း ၅ ရှိသော current transformer ၏ primary တွင် လျှပ်စီး ၁၃၆ အမ်ပီယာစီးဆင်းခဲ့မည်ဆိုပါလျှင် secondary တွင် ၄.၅၃၃ အမ်ပီယာသာ စီးဆင်းပေမည်။

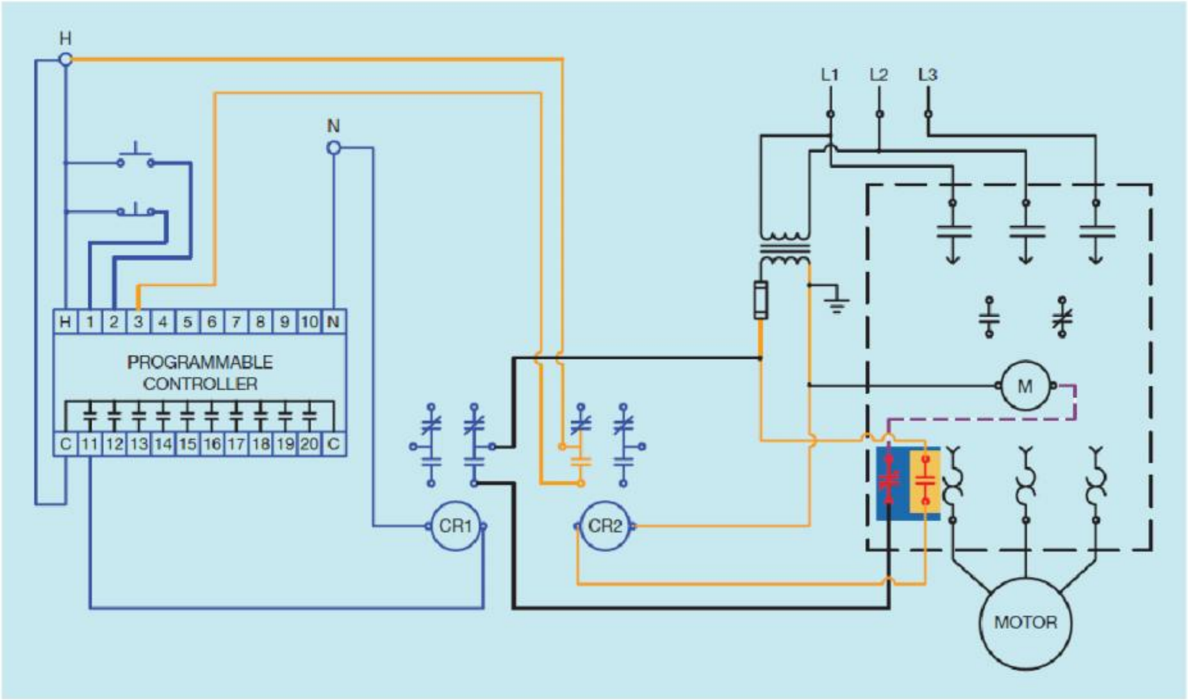
$$\frac{150}{5} = \frac{136}{X}$$

150 X = 680

$$X = \frac{150}{5}$$

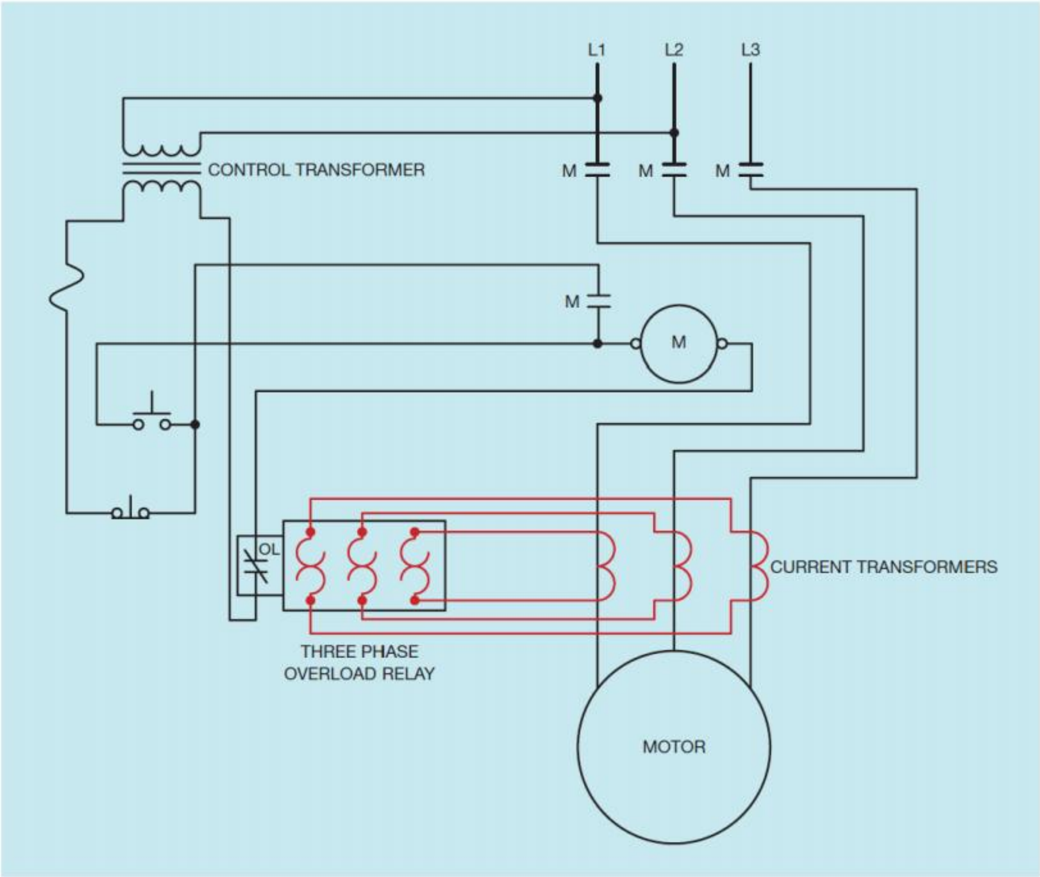
X = 4.533

မော်တာအတွက် overload heater အား အရွယ်အစား သတ်မှတ်ရာတွင် ဂန်အားပြည့်လျှပ်စီးဖြစ်သော ၄.၅၃၃ အမ်ပီယာဖြင့် သတ်မှတ်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၄.၃၂ normally open ဖြစ်နေသော contact များသည် programmable logic controller ၏ input အတွက် signal ကို ရရှိစေပါသည်။

ပုံ ၄.၃၃ overload လျှပ်စီးများအား လျှော့ချရာတွင် current transformer များ အသုံးပြုပုံ



ပုံ ၄.၃၄ overload heater သို့ စီးဆင်းသော လျှပ်စီးအား current transformer များအသုံးပြုကာ လျှော့ချပုံ

အခန်း ၅

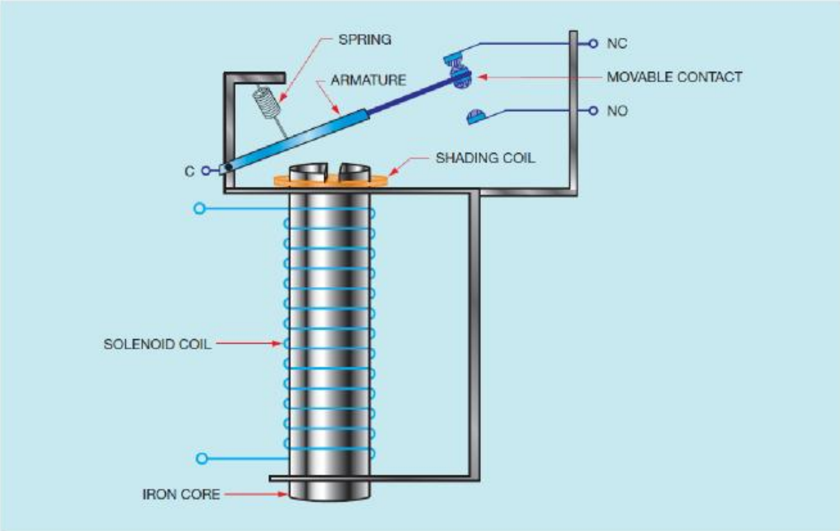
Relay များ၊ Contactor များနှင့် မော်တာ Starter များ

Relay များနှင့် contactor များတို့သည် လျှပ်စစ်သံလိုက် switch များဖြစ်ကြပါသည်။ ယင်းတို့သည် solenoid တစ်ခု အလုပ်လုပ်သော သဘာဝအားဖြင့် လုပ်ဆောင်ကြပါသည်။ ဂါယာကြိုးများရစ်ပတ်ထားသော ကွိုင်ထုတ် တစ်ထုတ်အတွင်း သို့ လျှပ်စီးတစ်ခု စီးနိုင်စေရန်ဆက်သွယ်ထားပါသည်။ ယင်းလျှပ်စီးကြောင့် iron pole piece တစ်ခုအပေါ်တွင် သံလိုက်စက်ကွင်းအား စုဝေးဖြစ်ပေါ်နေစေပါသည်။ လျှပ်စစ်သံလိုက်သည် metal armature တစ်ခုအား ဆွဲငင်ပါသည်။ contact များကို metal armature တွင် တပ်ဆင်ထားပါသည်။ ကွိုင်အား energize ဖြစ်စေခြင်းအားဖြင့် contact များအား open သို့မဟုတ် close လုပ်နိုင်ပါသည်။ relay သို့မဟုတ် contactor တည်ဆောက်သော အခြေခံ နည်းလမ်း နှစ်ခုရှိ ကာ clapper အမျိုးအစားနှင့် bridge အမျိုးအစားတို့ဖြစ်ပါသည်။ clapper အမျိုးအစားတွင် ရွေ့လျားနိုင်သော contact တစ်ခုအား stationary contact ဖြင့် ဆက်သွယ်နိုင်ရန်ပြုလုပ်ထားပါသည်။ bridge အမျိုးအစားတွင်မူ ရွေ့လျားနိုင်သော contact အား ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော contact နှစ်ခုအကြားတွင် ဆက်သွယ်နိုင်ရန်ပြုလုပ်ထားပါသည်။

Relay များ

Relay များသည် လျှပ်စစ်သံလိုက် switch များဖြစ်ကြကာ ယင်းတွင် auxiliary contact များ ပါရှိပါသည်။ auxiliary contact များတို့သည် သေးငယ်ကြပြီး ယင်းတို့အား control application များတွင် အသုံးပြုကြပါသည်။ ယင်းတို့အား မြင့်မားသော လျှပ်စီးများအား control လုပ်ရန် မရည်ရွယ် ပေ။ များသောအားဖြင့် relay များ၏ rating သည် relay အမျိုးအစားနှင့် ထုတ်လုပ်သော သူတို့အပေါ်တွင် မူတည်ကာ ၁ အမ်ပီယာမှ ၁၀ အမ်ပီယာအထိ အမျိုးမျိုးရှိပေသည်။ clapper အမျိုးအစား relay ကို ပုံ ၅.၁ တွင်ပြသထားပါသည်။ ကွိုင် energize ဖြစ်သောအခါတွင် armature သည် ကွိုင်အတွင်းရှိသော iron core အား ဆွဲငင်ပါသည်။

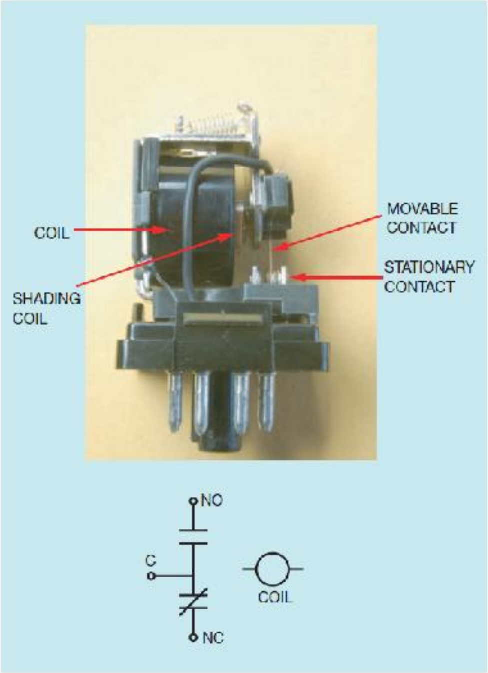
ယင်းကြောင့် ရွေ့လျားနိုင်သော contact သည် တည်ငြိမ်နေသော ပုံသေတပ်ဆင်ထားသည့် contact မှ ခွဲထွက်ကာ အခြားတစ်ခုဖြင့် ဆက်သွယ်ထိကပ် မိလိုက်ပါသည်။ common terminal သည် armature အား ဆက်သွယ်ထားသည်ဖြစ်ရာ ယင်းသည် relay ၏ ရွေ့လျားနိုင်သော အစိတ်အပိုင်းဖြစ်ပါသည်။ ရွေ့လျားနိုင်သော contact သည် armature နှင့် ဆက်သွယ်ထားပါသည်။ ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော contact နှစ်ခုမှာ normally closed နှင့် normally open ဖြစ်နေသော contact များတို့ဖြစ်ပါသည်။ ကွိုင်မှ ပါဝါအား ဖယ်ရှားလိုက်သောအခါတွင် armature သည် normally close အနေအထားသို့ စပရင်အားကြောင့် ပြန်လည်ရောက်ရှိသွားပါသည်။ shading coil သည် contact များ တုန်ခါမှုကို တားဆီးနိုင်ရန်အတွက် လိုအပ်ပါသည်။ ပြန်လှန်လျှပ်စီး (alternating current) အသုံးပြုသော solenoid အားလုံးတွင် shading coil သည် မရှိမဖြစ်လိုအပ်ပါသည်။ တိုက်ရိုက်လျှပ်စီး (direct current) အသုံးပြုသော relay များအတွက်မူ မလိုအပ်ပေ။ clapper အမျိုးအစား relay ကို ပုံ ၅.၂ တွင်ပြသထားပါသည်။



ပုံ ၅.၁ သံလိုက်အားကို အသုံးပြုသော relay သည် အခြေခံအားဖြင့် solenoid နှင့်အတူ ရွေ့လျားနိုင်သော contact များအား တပ်ဆင်ထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။

Bridge အမျိုးအစား relay

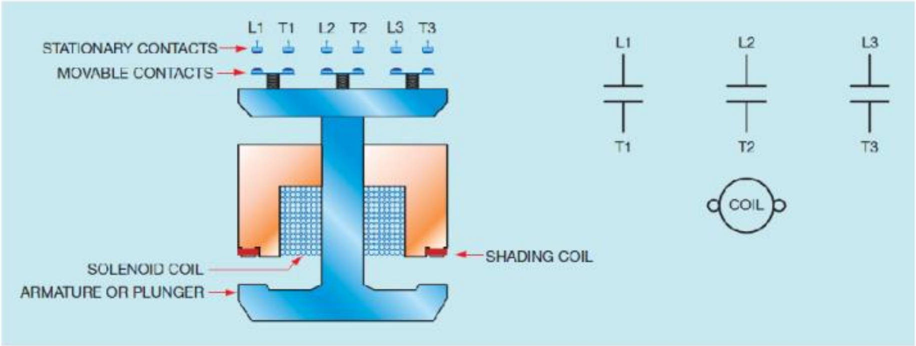
Bridge အမျိုးအစား relay တို့မှာမူ metal အစိတ်အပိုင်း သို့မဟုတ် ကွိုင်အတွင်းရှိနေသည့် plunger အား ဆွဲငင်ယူပါသည် (ပုံ ၅.၃)။ plunger အား ရွေ့လျားနိုင်သော contact များပါရှိ သည့် bar တစ်ခုဖြင့် ဆက်ထား ပါသည်။ ရွေ့လျားနိုင်သော contact များအား spring အပေါ်တွင် တပ်ဆင်ထားကာ ယင်းတို့အား bar မှ လျှပ်စစ်မစီးနိုင်အောင် လျှပ်ကာထားပါသည်။ plunger နှင့် bar assembly တို့ အား armature ဟု ခေါ်ဆိုကာ ယင်းတို့သည် rely ၏ ရွေ့လျားနိုင်သော အစိတ်အပိုင်းများဖြစ်ပါသည်။



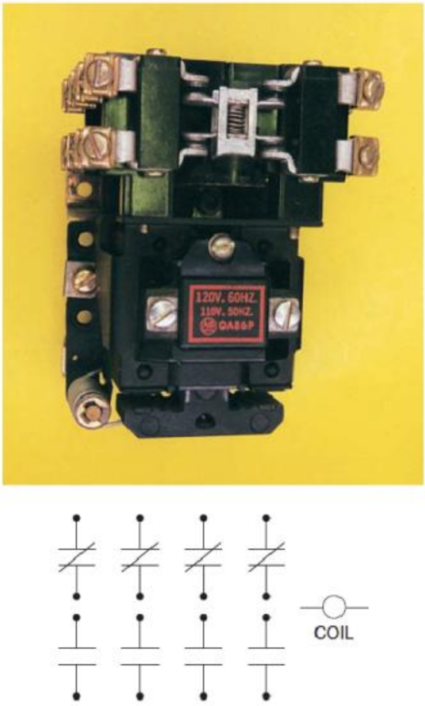
ပုံ ၅.၂ Clapper အမျိုးအစား relay တွင် ရွေ့လျားနိုင်သော contact တစ်ခုနှင့် ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော contact နှစ်ခုပါရှိပါသည်။ ယင်း relay သည် single-pole double throw ဖြစ်ပါသည်။

bridge contact များဟု အမည်ရရှိလာခြင်းမှာ solenoid coil သည် energize ဖြစ်လာသောအခါတွင် plunger အား ကွိုင်အတွင်းသို့ ဆွဲသွင်းလိုက်ခြင်းကြောင့်ဖြစ်ကာ ရွေ့လျားနိုင်သော contact သည် ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော contact နှစ်ခုအား bridge သဖွယ် ဆက်သွယ်ပေးခြင်းကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။ bridge contact များတို့သည် clapper အမျိုးအစားတို့ထက် ဗို့အားကို ပိုမို control လုပ်နိုင်ကာ ယင်းတို့သည် connection တစ်နေရာတည်းအစား နေရာနှစ်ခုတွင် break လုပ်နိုင်ကြပါသည်။ ကွိုင်မှ ပါဂါအား

ဖယ်ရှားလိုက်သောအခါတွင် ကမ္ဘာမြေကြီးဆွဲအားကြောင့် သို့မဟုတ် စပရင် အားကြောင့် ရွေ့လျားနိုင်သော contact သည် ယင်းတို့၏ မူလအနေအထားသို့ ပြန်လည်ရောက်ရှိသွားကြပါသည်။ bridge အမျိုးအစား relay အား ပုံ ၅.၄ တွင်ပြသထားပါသည်။



ပုံ ၅.၂ ရွေ့လျားနိုင်သော contact တစ်ခု နှင့် ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော contact နှစ်ခုပါရှိသော bridge type contact များ



ပုံ ၅.၄ bridge type contact များ ပါရှိသော relay တစ်ခု

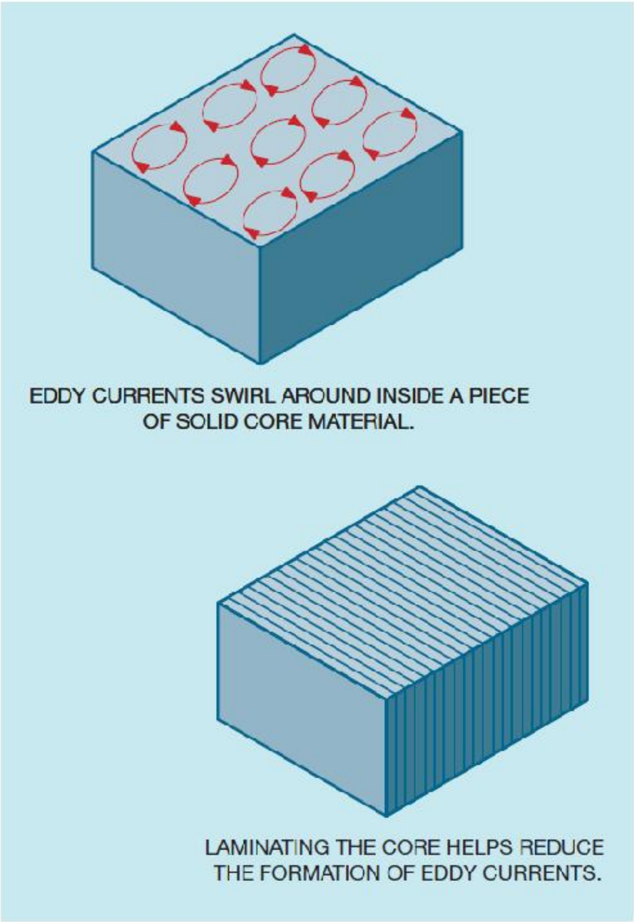
လျှပ်စစ်သံလိုက် တည်ဆောက်ပုံ

Relay တစ်ခု သို့မဟုတ် contactor တစ်ခု၏ လျှပ်စစ်သံလိုက်တည်ဆောက်ပုံသည် ယေဘုယျအားဖြင့် တိုက်ရိုက်လျှပ်စီးသို့ မဟုတ် ပြန်လှန်လျှပ်စီး ဖြင့် operate လုပ်မည်ဆိုသော အချက်အပေါ်တွင် များစွာတည်မှီနေပါသည်။ relay နှင့် contactor တို့အား တိုက်ရိုက်လျှပ်စီးဖြင့် operate လုပ်မည်ဆိုပါက ယေဘုယျအားဖြင့် solid core material ပါဝင်ရမည်ဖြစ်ကာ ပြန်လှန်လျှပ်စီးဖြင့် operating လုပ်မည်ဟု ရည်ရွယ်ခဲ့ပါက အလွှာပါးများပါသော laminated core ပါဝင်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ laminated core အား အသုံးပြုရခြင်း၏ အဓိက အကြောင်းမှာ ပြန်လှန်လျှပ်စီးသည် လျှပ်စစ်သံလိုက်စက်ကွင်းအား အမြဲလိုလို ပြောင်းလဲနေစေခြင်းကြောင့် core losses များကို ဖြစ်ပေါ်စေခြင်းကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။

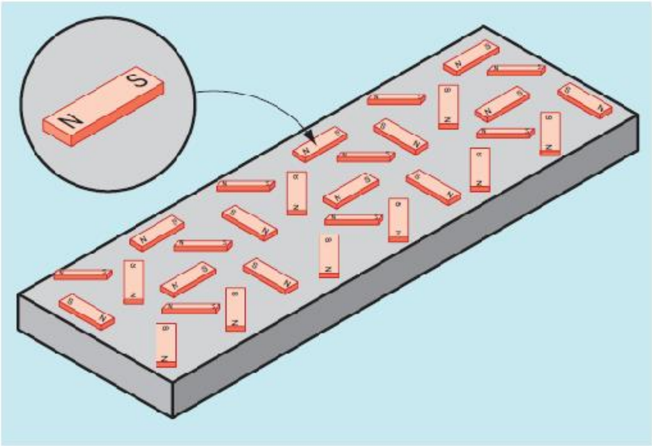
Core တွင်ဖြစ်သော ဆုံးရှုံးမှုများ

သံလိုက်စက်ကွင်း ၏ အဆက်မပြတ် ပြောင်းလဲနေသော amplitude နှင့် အပေါင်း အနုတ် ပိုစွန်းများကြောင့် metal core material တွင် လျှပ်စီးများအား induced ဖြစ်စေပါသည်။ ယင်းလျှပ်စီးတို့အား eddy current များဟု ခေါ်ဆိုကာ ယင်းတို့သည် မြစ်အတွင်းမြင်တွေ့ရသော ဝဲဂယက်တို့နှင့် ဆင်တူသောကြောင့် eddies များဟု ခေါ်ဆိုခြင်းဖြစ်ပါသည်။ eddy current တို့သည် core material အတွင်း ဝိုင်းဝိုင်းလည်နေပြီး အပူများကို ဖြစ်ပေါ်စေပါသည် (ပုံ ၅.၅)။ laminated core များအား ပါးလွှာသော metal အပြားလေးများအား အတူတကွ ထပ်ကာဖြင့် တည်ဆောက်ထားပါသည်။ ပါးလွှာသော အောက်ဆိုဒ်အလွှာအား metal အချပ်ကလေးများအကြားတွင် ရှိစေပါသည်။ ယင်း အောက်ဆိုဒ်အလွှာသည် လျှပ်ကာဖြစ်ပြီး eddy current များအားလျော့ပါးစေပါသည်။

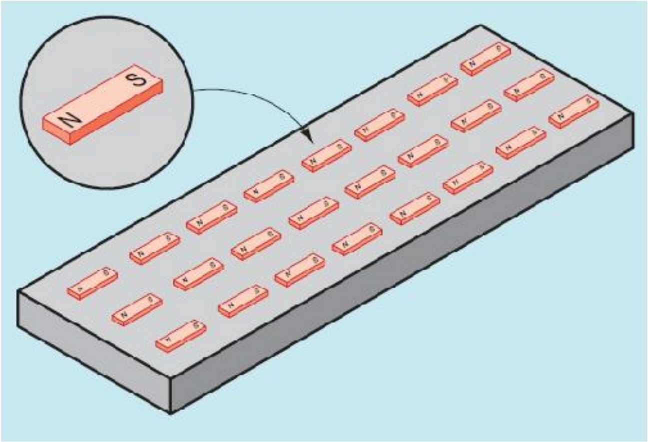
ပြန်လှန်လျှပ်စီးကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သော core loss နောက်တစ်မျိုးမှာ hysteresis loss ဖြစ်ပါသည်။ hysteresis loss သည် သံလိုက်ဖြစ်ပေါ်နေသော material တွင် အတွင်းပိုင်းမော်လီကျူးများ ဦးတည်ရာဖက်ပြောင်းလဲခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပါသည်။ သံလိုက်ဖြစ်စေသော material များတွင် သံ သို့မဟုတ် စတီးပျော့တို့တွင် magnetic domain သို့မဟုတ် သံလိုက်ဖြစ်စေသော မော်လီကျူးများပါရှိပါသည်။ သံလိုက်ဓါတ်မဖြစ်နေသော material အပိုင်းအစတစ်ခုတွင် ထိုသို့သော magnetic domain များသည် အစဉ်တကျ စီစဉ်နေမှုမျိုးမရှိပေ (ပုံ ၅.၆)။



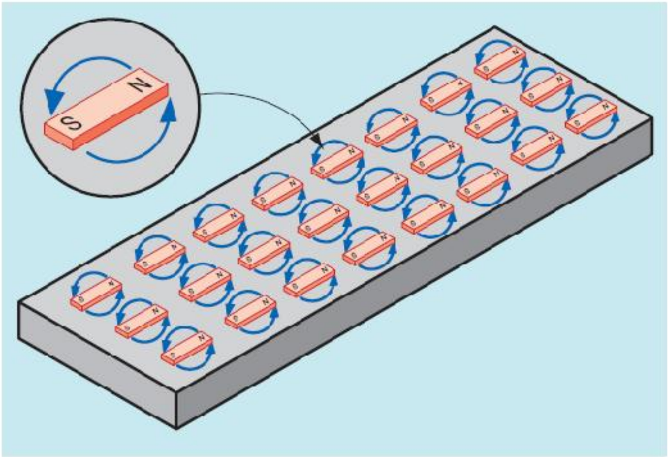
ပုံ ၅.၅ metal core တွင် eddy current များ ဖြစ်ပေါ်ကာ အပူအဖြစ် ပါဝါဆုံးရှုံးပုံ



ပုံ ၅.၆ မော်လီကျူးများသည် သံလိုက်ဓါတ်မဖြစ်ပေါ်သေးသော metal အစိတ်အပိုင်းတွင် ပုံစံမကျ စီလျှက်ရှိပုံ။



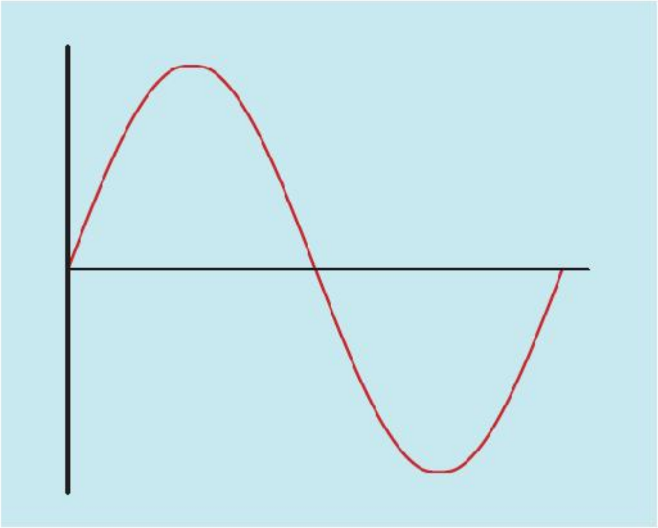
ပုံ ၅.၇ သံလိုက်ဓါတ်ဖြစ်ပေါ်လျှက်ရှိသော metal တွင် မော်လီကျူးများသည် အစီအရီရှိနေပုံ



ပုံ ၅.၈ သံလိုက်စက်ကွင်း၏ ပိုစွန်း ပြောင်းသွားသောအခါတွင် မော်လီကျူးများအားလုံးသည်လည်း အနေအထားပြောင်းသွားပုံ။

အကယ်၍ သတ္တုသည် သံလိုက်ဓါတ်အား ရှိလာပြီဆိုပါက သံလိုက်မော်လီကျူးများ သို့မဟုတ် domain များသည် သူ့အစီအစဉ်နှင့်သူ လိုက်ဖက်ညီ အစီစဉ်တကျ ပုံ ၅.၇ အတိုင်းဖြစ်လာပါတော့သည်။ သံလိုက်စက်ကွင်း၏ ဦးတည်ရာဖက်အား ပြောင်းလိုက်ပါက မော်လီကျူးတို့သည် ပိုစွန်းအသစ်အတွက် အစီအစဉ်ကျစေရန် ပြန်လည် စီစဉ်ကြရပါသည် (ပုံ ၅.၈)။ domain သည် ပြောင်းလဲသွားသော ပိုစွန်းနှင့် ကိုက်ညီစေရန် ပြန်လည်စီစဉ် တည့်မတ်မည်ဖြစ်သော်လည်း ယင်းတို့မှာ ထိုသို့ ပြန်လည်စီစဉ်တည့်မတ်မှုအား

ခုခံပေလိမ့်မည်။ ထိုသို့ ပိုစွန်းပြောင်းလဲစေရန် လိုအပ်သောပါဂါသည် ဆုံးရှုံးသော ပါဂါဖြစ်ကာ အပူအနေနှင့်ဆုံးရှုံးပါသည်။ hysteresis loss အား တစ်ခါတစ်ရံ မော်လီကျူးတို့၏ ပွတ်အား ဟု ရည်ညွှန်းကြကာ ပြန်လှန်လျှပ်စီး စက်ကွင်းအတွင်း မော်လီကျူးတို့သည် ဆက်ခါဆက်ခါ ဦးတည်ရာ ပြောင်းလည်းနေကြခြင်းကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။ hysteresis loss သည် ဖရီကွင်စီနှင့် အချိုးကျပါသည်။ ဗြဟာဖ်ကဲ့သို့သော အခြေအနေသည် နိမ့်သောဖရီကွင်စီ ဖြစ်ခြင်းကြောင့် ယင်းအတွက် သက်ရောက်မှု အနည်းငယ်သာ ရှိပါလိမ့်မည်။



ပုံ ၅.၉ အေစီ လျှပ်စီးတွင် လျှပ်စီး ပမာဏနှင့် ဦးတည်ရာသည် အမြဲတမ်း ပြောင်းလဲလျှက်ရှိပုံ

Shading Coil များ

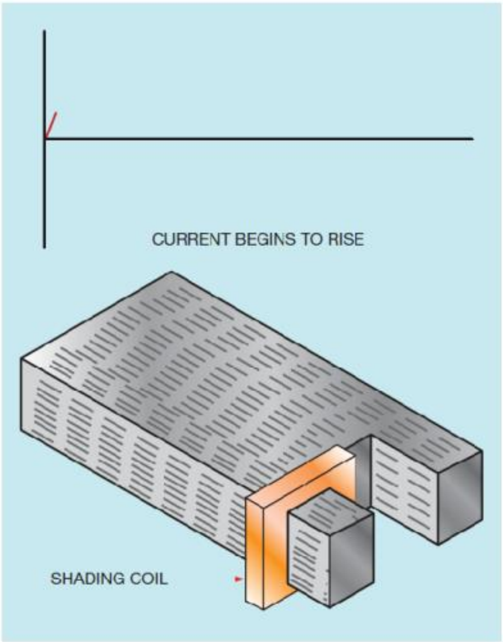
ယခင်ကရှင်းပြပြီးသကဲ့သို့ solenoid အမျိုးအစား ပစ္စည်းအားလုံးတို့သည် ပြန်လှန်လျှပ်စီးဖြင့်သာ operating လုပ်ကြသည်ဖြစ်ရာ တုန်ခါခြင်းမှ တားဆီးကာကွယ်နိုင်ရန် shading coil ကိုထည့်သွင်းအသုံးပြုကြပါသည်။ ပြန်လှန်လျှပ်စီး အသုံးပြုသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် လျှပ်စီးသည် သုညမှ သည် အမြင့်ဆုံး amplitude သို့တိုင်အောင် ဦးတည်ရာဖက်တစ်ခု၊ ထိုမှ သုညတန်ဖိုးသို့ ပြန်လည်ကျဆင်းကာ အခြားသော ဦးတည်ရာဖက်တွင် အမြင့်ဆုံးတန်ဘိုးသို့ ပုံ ၅.၉ အတိုင်းရှိနေပါသည်။ ထို့ကြောင့် လျှပ်စီးသည် သုညတန်ဘိုးသို့ ဆက်တိုက်ကျဆင်းရာတွင် solenoid spring သို့မဟုတ် ကမ္ဘာ့ဆွဲအားသည်

သံလိုက်စက်ကွင်း ပြိုလဲသွားချိန် တွင် armature အား ပြုတ်ထွက်သွားစေရန် ကြိုးစားလုပ်ဆောင်ပေမည်။ shading coil များသည် သံလိုက်စက်ကွင်းအတွက် နှောင်းချိန်တစ်ခုကို ဖန်တီးပေးကာ ထိုသို့ ဖြစ်ပေါ်ခြင်းအား တားဆီးပေးပါမည်။ လျှပ်စီးတန်ဘိုး သုညမှ မြင့်တက်လာသောအခါတွင် သံလိုက်အားလမ်းကြောင်းများသည် metal pole piece ၏ အလယ်တွင် စုဝေးသွားကြပေမည် (ပုံ ၅.၁၀)။ ထိုသို့ မြင့်တက်လာသော သံလိုက်စက်ကွင်းသည် shading coil အား ဖြတ်သွားခြင်းကြောင့် ယင်းတွင် ဗို့အားတစ်ခုအား induce ဖြစ်လာပါသည်။ ထိုသို့သော shading coil သို့မဟုတ် loop သည် heavy copper အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုသာဖြစ်ကာ ယင်း၏ ခုခံမှုမှာ အလွန်သေး ငယ်ပါသည်။ အလွန်သေးငယ်သော induce ဗို့အား တစ်ခုသည် loop အတွင်း မြင့်မားသော လျှပ်စီးပမာဏကို စီးဆင်းစေပါသည်။ shading coil အတွင်း ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသော လျှပ်စီးသည် ယင်း shading coil ပတ်လည်တွင်လည်း သံလိုက်စက်ကွင်းကို ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။ ယင်း သံလိုက်စက်ကွင်းသည် pole piece တွင် ဖြစ်ပေါ်သော သံလိုက်စက်ကွင်းနှင့် ဆန့်ကျင်ဖက်ဖြစ်ခြင်းကြောင့် ယင်းတို့သည် shading coil မှ အဝေးဖက်သို့ ပုံ ၅.၁၁ အတိုင်း ကွေးထွက်သွားပေမည်။ ပြန်လှန်လျှပ်စီးတို့၏ amplitude ပြောင်းလဲသည့်အတိုင်း shading loop တွင် ဗို့အားတို့သည် induce ဖြစ်လာပေသည်။

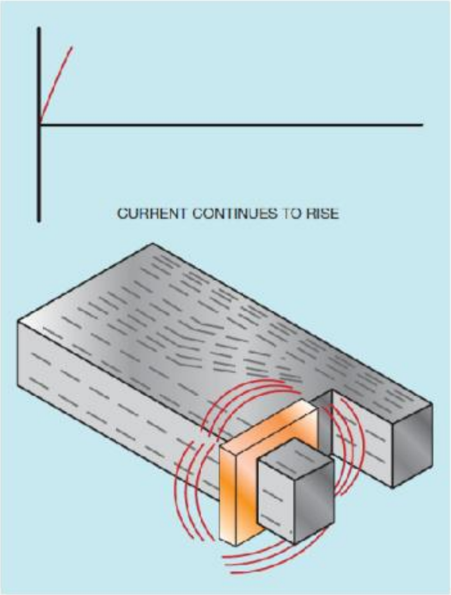
လျှပ်စီးတန်ဘိုး သည် အမြင့်ဆုံးတန်ဘိုးသို့ရောက်သောအခါတွင် သံလိုက်စက်ကွင်းသည် ပြောင်းလဲမှုမရှိတော့သောကြောင့် shading coil တွင်မည်သည့် ဗို့အားမျှ induce ဖြစ်လာတော့မည် မဟုတ်ပေ။ shading coil တွင် လျှပ်စီး မစီးတော့သောအခါ pole piece တွင် ဖြစ်ပေါ်သော သံလိုက်စက်ကွင်း၏အား ဆန့်ကျင်မည့် သံလိုက်စက်ကွင်းလည်း ဖြစ်ပေါ်ခြင်းမရှိတော့ပေ (ပုံ ၅.၁၂)။

လျှပ်စီး စတင် လျော့ကျသွားသောအခါတွင် pole piece ၏ သံလိုက်စက်ကွင်းသည် စတင် ပြိုပျက်သွားပါသည်။ ထိုသို့ ပြိုပျက်လာနေသော သံလိုက်စက်ကွင်းသည် shading coil တွင် ဗို့အားတစ်ခုအား induce ဖြစ်စေပါသည်။ ပြိုပျက်လာနေသော သံလိုက်စက်ကွင်းသည် ဆန့်ကျင်ဘက်သို့ ရွေ့လျားနေရာ shading coil တွင် ဖြစ်ပေါ်လာသော induce ဗို့အားသည် လျှပ်စီးအား ဆန့်ကျင်ဘက်ဦးတည်ရာသို့ စီးဆင်းစေခြင်းကြောင့် ဆန့်ကျင်ဘက် ပိုစွန်းရှိသော သံလိုက်စက်ကွင်းအား shading coil ၏ ပတ်လည်တွင် ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။ shading coil တွင် ဖြစ်ပေါ်သော သံလိုက်စက်ကွင်းသည် ပြိုကျလျက်ရှိသော pole piece ၏ သံလိုက်စက်ကွင်းအား ပုံ ၅.၁၃ အတိုင်း ကြိုးစား ကာ maintain လုပ်ပေးပါသည်။ ယင်းကြောင့် pole piece မှ

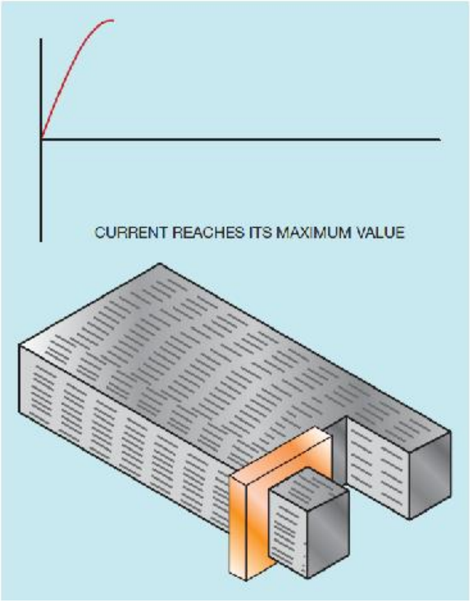
သံလိုက်အားလမ်းကြောင်းတို့သည် pole piece ၏ shaded part တွင် စုဝေးနေစေပါသည်။ shading coil သည် pole piece အား သံလိုက်စက်ကွင်းအား ဆက်တိုက် ရရှိစေကာ armature အား ပြုတ်ထွက်မသွားစေရန် တားဆီးပေးပါသည်။ shading coil များ ပါရှိသော laminated pole piece တစ်ခုအား ပုံ ၅.၁၄ တွင်ပြသထားပါသည်။



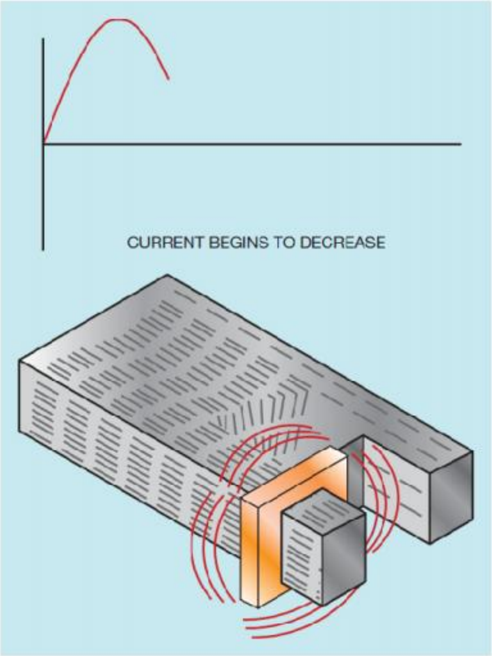
ပုံ ၅.၁၈ လျှပ်စီး စတင်မြင့်တက်လာသကဲ့သို့ သံလိုက်စက်ကွင်းသည်လည်း pole piece အတွင်း စုစည်းဖြစ်ပေါ်လာပုံ



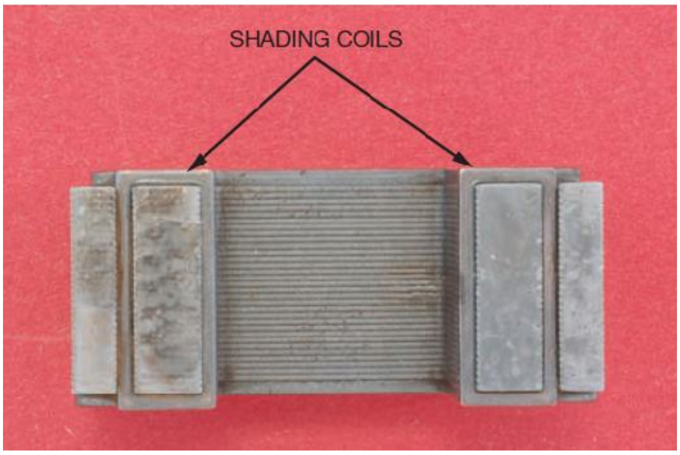
ပုံ ၅.၁၁ shading coil မှ သံလိုက်စက်ကွင်းကြောင့် pole piece တွင်ဖြစ်ပေါ်သော သံလိုက်စက်ကွင်းသည် အပြင်ဖက်သို့ ကွေးထွက်သွားကာ pole piece ၏ shaded ဖြစ်မနေသော အပိုင်းတွင် စုစည်းမှုဖြစ်နေပုံ။



ပုံ ၅.၁၂ လျှပ်စီးတန်ဖိုးသည် အမြင့်ဆုံးသောအနေအထားသို့ ရောက်ရှိသောအခါ သံလိုက်စက်ကွင်းသည် မပြောင်းလဲတော့ပဲ၊ shading coil သည်လည်း pole piece ၏ သံလိုက်စက်ကွင်းအား ခုခံမှုမဖြစ်စေတော့ပါ။



ပုံ ၅.၁၃ လျှပ်စီးလျော့ကျလာသောအခါတွင် ပြိုပျက်လာသော သံလိုက်စက်ကွင်းသည် shading coil တွင် ဗို့အားတစ်ခုကို ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။ ယင်းအချိန်တွင် shading coil သည် pole piece မှ ဖြစ်ပေါ်သော သံလိုက်စက်ကွင်းအတွက် အကူအညီရစေကာ pole piece ၏ shaded ဖြစ်နေသော အစိတ်အပိုင်းတွင် အားလမ်းကြောင်းများအား စုစည်းနေစေပါသည်။



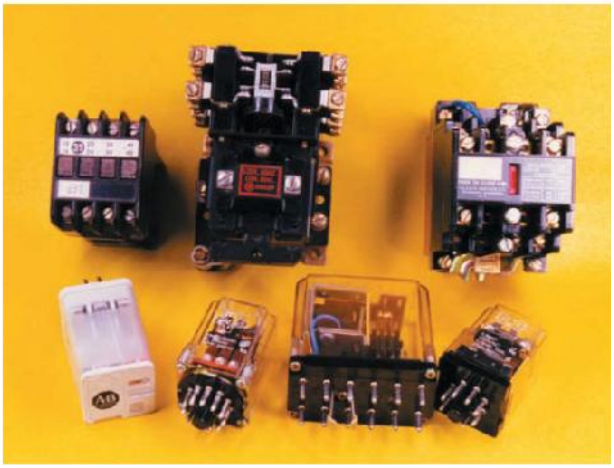
ပုံ ၅.၁၄ shading coil များနှင့် အလွှာအလွှာများ ပါဝင်သော pole piece

Control Relay အမျိုးအစားများ

Control Relay များအား ပုံစံအမျိုးမျိုး အမျိုးအစားအမျိုးမျိုး ဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည် (ပုံ ၅.၁၅)။ များသောအားဖြင့် control relay တို့တွင် contact အစုတွဲ များစွာပါဝင်ကြပြီး အချို့မှာ ယင်းတို့၏ contact များအား normally open ဖြစ်စေ၊ သို့မဟုတ် normally close ဖြစ်စေ တစ်ခုမဟုတ်တစ်ခုရရှိစေရန် set လုပ်ထားနိုင်ကြပါသည်။ ထို့ကြောင့် control relay များသည် သုံးစွဲမှုပြုရာတွင် အလွန်အသုံးဝင်အကျိုးရှိပေသည်။ control circuit တစ်ခုအား တည်ဆောက်ရာတွင် relay တစ်ခုသည် normally open contact သုံးခုနှင့် normally closed တစ်ခု လိုအပ်သည်ဖြစ်ကာ အခြားတစ်ခုမှာမူ normally open နှစ်ခုနှင့် normally closed contact နှစ်ခုတို့ လိုအပ်ပါသည်။

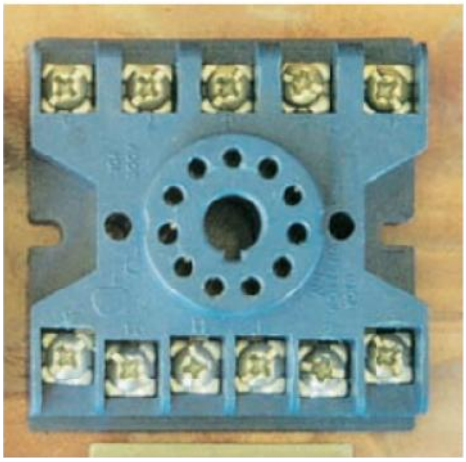
pin ရှစ်ခု သို့မဟုတ် ဆယ့်တစ်ခု ပါသော tube socket များတွင် ထည့်သွင်းတပ်ဆင်သုံးစွဲနိုင်ရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားသည့် relay တို့အား application အတော်များများအတွက် လူကြိုက်များပါသည် (ပုံ ၅.၁၆)။ ယင်းသို့သော relay တို့သည် ဈေးနှုန်း ချိုသာပြီး ပျက်စီးခဲ့ပါကလည်း အလွယ်တကူ အစားထိုးတပ်ဆင်နိုင်ပါသည်။ relay တို့အား socket တွင် ထည့်သွင်း တပ်ဆင်သည့်အတွက် ဝါယာသွယ်တန်းမှုပြုရာတွင် socket ကိုသာ သွယ်တန်းမှုပြုရန် လိုအပ်ပြီး relay သို့ သွယ်တန်းရန် မလိုအပ်ပေ။ အစားထိုးရာတွင်လည်း ပျက်စီးနေသော relay အား ဖယ်ရှားလိုက်ရုံသာဖြစ်ပြီး အသစ်တစ်ခုအား ဖြည့်စွက်တပ်ဆင်လိုက်ရုံသာဖြစ်ပါသည်။ pin ဆယ့်တစ်ခုပါရှိသော tube socket အား ပုံ ၅.၁၇ တွင်ပြထားပါသည်။ pin ရှစ်ခုနှင့် ဆယ့်တစ်ခုပါ relay များအား မတူညီသော ကွိုင်ဗို့အားများဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။ ဒီစီ ၁၂ဗို့၊ ဒီစီ ၂၄ဗို့၊ အေစီ ၂၄ဗို့ နှင့် အေစီ ၁၂၀ဗို့ အစရှိသော ကွိုင်ဗို့အားများအား အသုံးများကြပါသည်။ ယင်းတို့၏ contact rating များသည် ယေဘုယျအားဖြင့် relay အမျိုးအစားနှင့် ထုတ်လုပ်သူအပေါ်မူတည်ကာ ၅ အမ်ပီယာမှ ၁၀ အမ်ပီယာ အထိရှိကြပါသည်။ pin ရှစ်ခုနှင့် ဆယ့်တစ်ခု ပါရှိသော relay တို့အတွက် ဆက်သွယ်မှုပုံအား ပုံ ၅.၁၈ တွင်ပြသထားပါသည်။ pin ရှစ်ခုနှင့် ဆယ့်တစ်ခု ပါရှိသော relay တို့၏ pin နံပတ်များအား relay ကိုကိုင်ကာ အောက်ဖက်ခြမ်းအား မျက်နှာရှေ့ဖက်တွင်ထားကာ ဆုံးဖြတ်နိုင်ပါသည်။ relay အား ကိုင်ထားသည့်အတွက် key သည် မျက်နှာအောက်ရောက်သွားပေသည်။ pin များအား ပုံ ၅.၁၈ အတိုင်း သတ်မှတ်ထားပါသည်။ pin ဆယ့်တစ်ခုပါ relay တွင် သီးခြား single-pole double-throw contact သုံးခုပါရှိပါသည်။ pin ၁ နှင့် ၄၊ ၆ နှင့်

၅၊ ၁၁ နှင့် ၈ တို့သည် normally closed contact များဖြစ်ကြပါသည်။ pin ၁ နှင့် ၃၊ ၆ နှင့် ၇၊ ၁၁ နှင့် ၉ တို့သည် normally open contact များဖြစ်ကြပါသည်။ ကွိုင်သည် pin ၂ နှင့် ၇ အကြားတွင်ဆက်သွယ်ထားပါသည်။

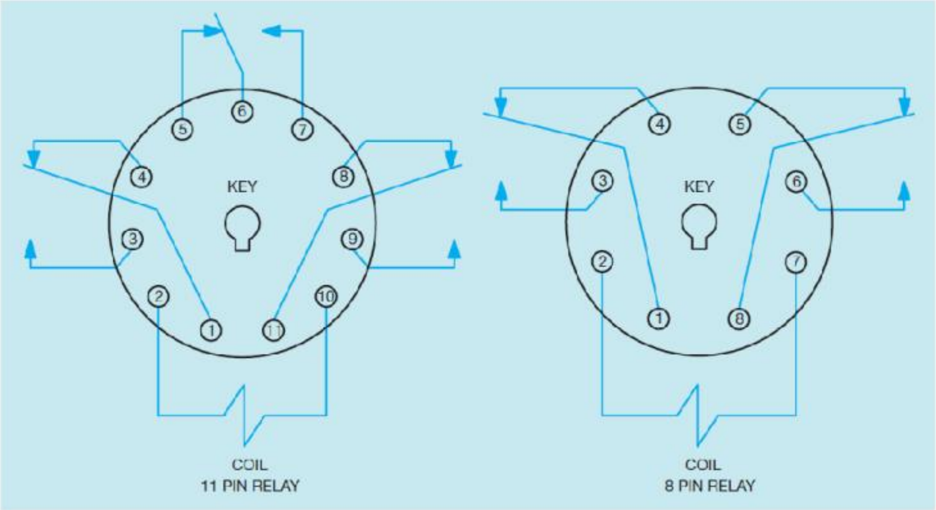


ပုံ ၅.၁၅ control relay များအား ပုံစံ အနေအထား အမျိုးမျိုးဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။

ပုံ ၅.၁၆ pin ၈ ခု နှင့် ၁၁ ခု ပါရှိသော tube socket များအား တပ်ဆင်နိုင်ရန်အတွက် relays များအား ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။



ပုံ ၅.၁၇ pin ၁၁ ပါ tube socket



ပုံ ၅.၁၈ pin ၈ ခု နှင့် ၁၁ ခု ပါရှိသော relay များ၏ ဆက်သွယ်မှုပုံ

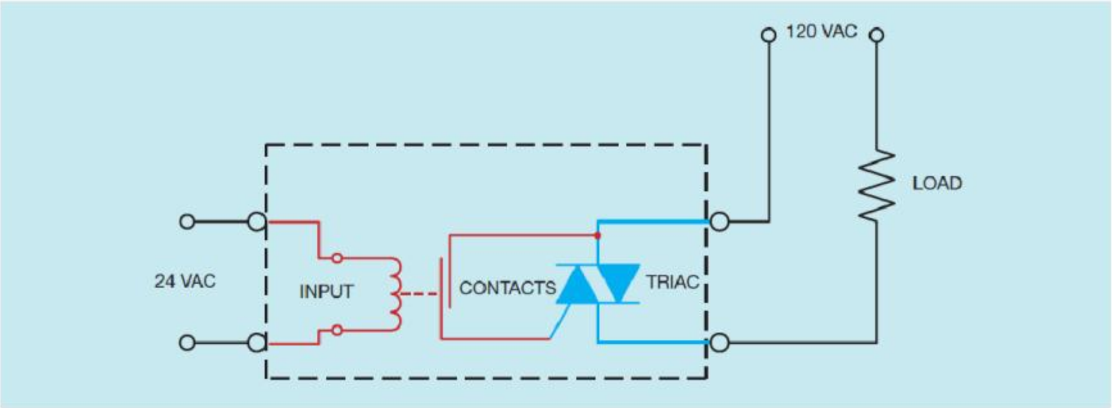
Solid-State Relay များ

Application တော်တော်များများတွင် တွေ့မြင်နိုင်သော relay နောက်တစ်မျိုးမှာ solid-state relay ဖြစ်ပါသည်။ soli-state relay များတို့သည် load ထံသို့ line မှ ဆက်သွယ်သည့် mechanical contact များအစား solid-state device များအား အသုံးပြုထားကြပါသည်။ ပြန်လှန်လျှပ်စီး အသုံးပြုသော load များအား line သို့ ဆက်သွယ်ရန် ရည်ရွယ်သည့် solid state relay များတွင် triac ဆိုသော ပစ္စည်းအား အသုံးပြုပါသည်။ ယင်း triac သည် ဦးတည်ရာဖက် နှစ်မျိုးရှိသော ပစ္စည်းဖြစ်ကာ ယင်းသည် လျှပ်စီးအား

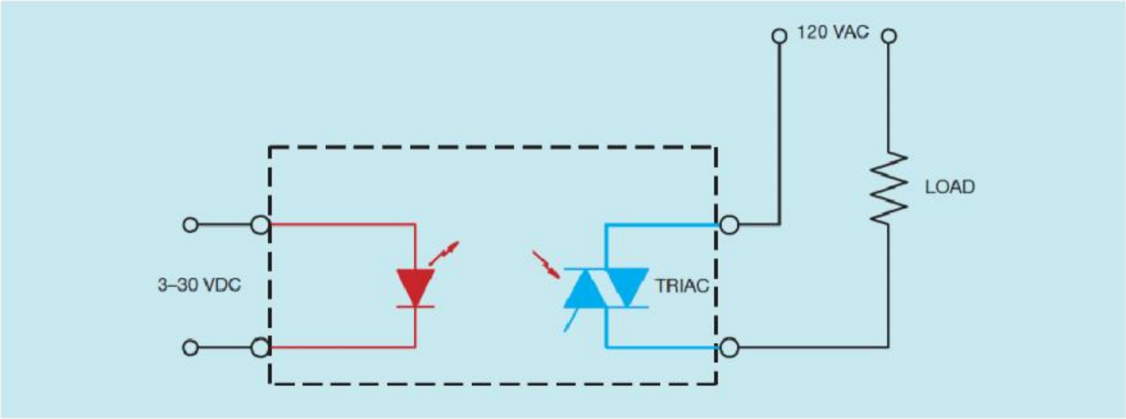
ကြိုက်နှစ်သက်ရာ ဦးတည်ရာဖက်တစ်ခုသို့ စီးဆင်းနိုင်စေပါသည်။ triac တစ်ခု turn on သို့မဟုတ် off ဖြစ်နေစဉ်တွင် control လုပ်ရန် နည်းလမ်း နှစ်ခုမျှ ရှိပါသည်။ နည်းလမ်းတစ်ခုအနေဖြင့် ပုံ ၅.၁၉ တွင်ပြသထားသည့်အတိုင်း relay အသေးတစ်ခုအား အသုံးပြုကာ triac ၏ gate အား control လုပ်ခြင်းဖြစ်ပါသည်။ relay အား ဗို့အားနိမ့်သော source တစ်ခုဖြင့် control လုပ်နိုင်ပါသည်။ energize ဖြစ်သောအခါတွင် relay contact သည် close ဖြစ်သွားကာ triac ၏ gate မှ တစ်ဆင့် power အား ပေးပို့ကာ load အား line သို့ ဆက်သွယ်ပေးပါသည်။ နောက်ထပ်အသုံးများသော နည်းတစ်ခုမှာ optoisolation ဟုခေါ်သော နည်းဖြစ်ကာ solid state relay တစ်ခုအား optical isolation ဖြင့် operation လုပ်မှုဖြစ်ပါသည်။ ယင်း သို့သော နည်းလမ်းအား PLC များစွာတွင် အသုံးပြုကာ output device များဖြင့် ဆက်သွယ်ရန်ဖြစ်ပါသည်။ optoisolation အားလုပ်ဆောင်ရာတွင် light-emiting diode (LED) မှ ထုတ်လွှတ်သော အလင်းရောင်အား အသုံးပြုကာ photo triac တစ်ခုအား energize လုပ်ယူပါသည် (ပုံ ၅.၂၀)။ diode သင်္ကေတမှ အပြင်ဖက်သို့ညွှန်ပြနေသော မြှားသည် energize ဖြစ်ချိန်တွင် အလင်းရောင် ထုတ်လွှတ်မည်ဟု ညွှန်ပြနေခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ယင်း မြှားများသည် triac သင်္ကေတတွင်မူ ယင်းသည် turn on လုပ်ရန်အတွက် အလင်းရောင်ကို ရရှိမှ ဖြစ်မည်ဆိုသော အချက်ကို ညွှန်ပြနေပါသည်။ optical isolation သည် electronic device များဖြစ်ကြသော ကွန်ပြူတာများ နှင့် PLC များတွင် ပျက်စီးစေနိုင်သော contact များ မပါရှိသဖြင့် အလွန် ပေါ်လွင်ထင်ရှားကာ relay ၏ load ရှိသော ဘက်ခြမ်းအားလည်း control ဘက်ခြမ်းနှင့် လျှပ်စစ်သဘာဝအရ သီးခြားဖြစ်နေစေပါသည်။ ထိုသို့သော သီးခြားဖြစ်နေစေခြင်းကြောင့် load side တွင် ဖြတ်ပေါ်တတ်သော electrical noise များအား control ဘက်ခြမ်းသို့ လွှဲပို့လိုက်ခြင်းအားဖြင့် တားဆီးကာကွယ်နိုင်ပါသည်။

Solid-state relay များအား တိုက်ရိုက်လျှပ်စီးပတ်လမ်းနှင့် ဆက်သွယ်ထားသော load များအား control လုပ်နိုင်ပါသည် (ပုံ ၅.၂၁)။ ယင်း relay များတွင် triac အစား transistor အား အသုံးပြုကာ load အား line ဖြင့် ဆက်သွယ်ပါသည်။ solid-state relay များအား case style အမျိုးမျိုး နှင့် rating အမျိုးမျိုးတို့ဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။ အချို့သည် ဗို့အား rating အားဖြင့် ၃ မှ ၃၀ ဗို့နှင့် အလွန်သေးငယ်သော လျှပ်စီးပမာဏတို့အား control လုပ်နိုင်သကဲ့သို့ အခြားသော relay တို့မှာမူ ဗို့အား ရာဂဏန်းနှင့် လျှပ်စီး ပမာဏ မြင့်မားစွာတို့အား သယ်ဆောင်နိုင်ပါသည်။ ပုံ ၅.၂၂ တွင်ပြသထားသော pin ရှစ်ခုပါ အိုင်စီ (integrated circuit = IC) တွင်

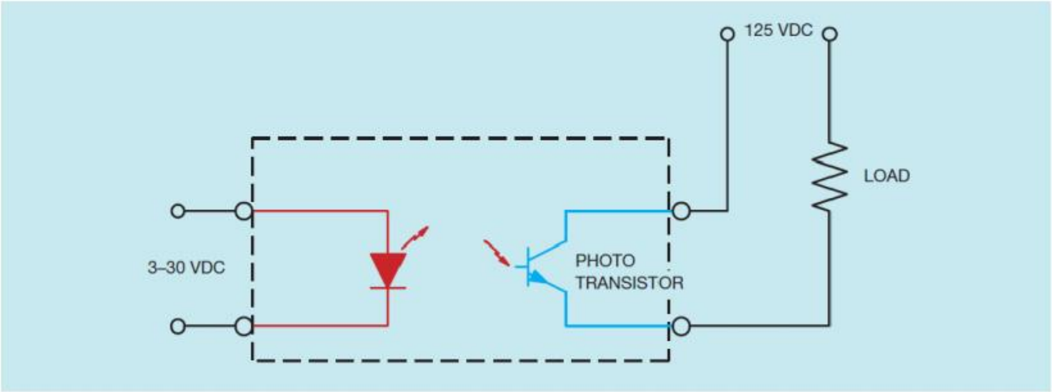
solid-state relay နစ်ခုပါရှိကာ ယင်းတို့အား low power application များတွင် အသုံးပြုနိုင်စေရန် ရည်ရွယ်ပါသည်။ ပုံ ၅.၂၃ တွင် ပြထားသော solid-state relay မှာမူ အေစီ ၂၄ဝဗို့ဖြင့် ချိတ်ဆက်ကာ ၈ အမ်ပီယာအထိ အသုံးပြု control လုပ်နိုင်စေရန်အတွက်သတ်မှတ်ထားပါသည်။ ထိုသို့သော solid-state relay တို့တွင် ထိုမျှသော ပါဂါပမာဏတို့အား control လုပ်နိုင်စေသည့် အရည်အသွေးရှိကာ heat sink တစ်ခုအပေါ်တွင် တပ်ဆင်ထားခြင်းဖြင့် အပူများဆုံးရှုံးစေမှုအား တိုးတက်စေပါသည်။ ထိုသို့သော relay အား ၂၄ဝ ဗို့အားတွင် အသုံးပြုနိုင်စေရန် နှုးထားသတ်မှတ်ထားသော်လည်း ယင်းအောက်နိမ့်သော ဗို့အားများတွင်ပါ control လုပ်နိုင်ပေသည်။



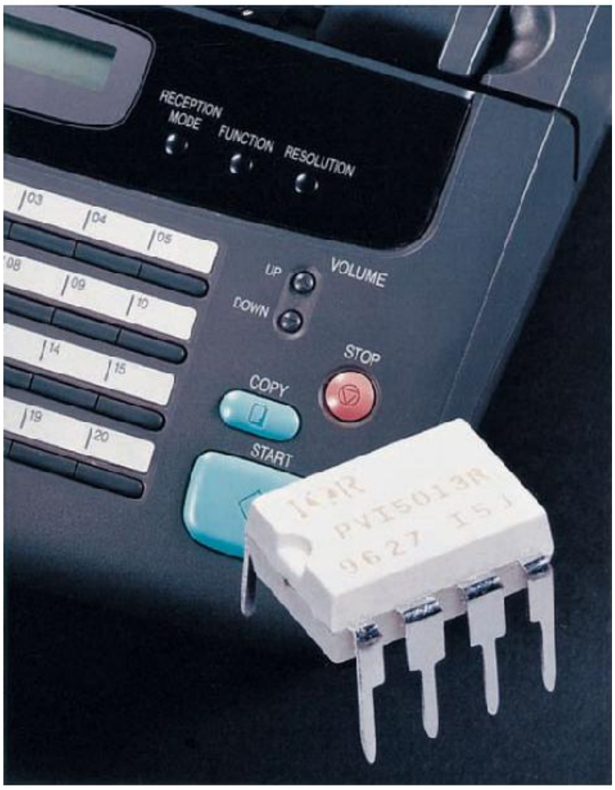
ပုံ ၅.၁၉ reed relay အသုံးပြုထားသော solid state relay တစ်ခုဖြစ်ကာ triac ၏ လုပ်ဆောင်မှုကို control လုပ်ရန်ဖြစ်ပါသည်။



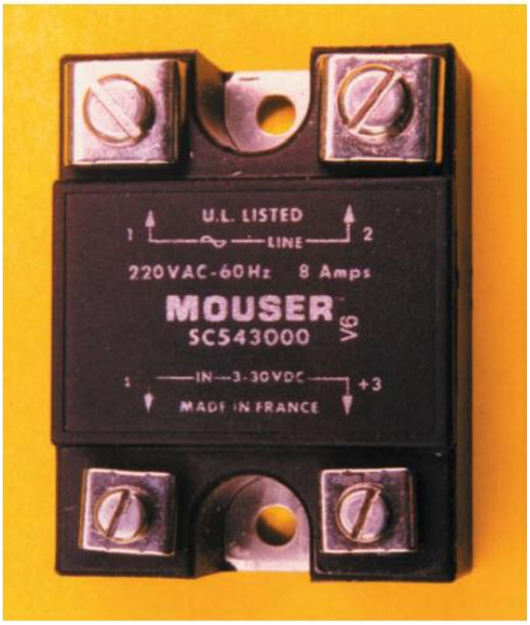
ပုံ ၅.၂၀ optical isolation အသုံးပြုထားသော solid-state relay တစ်ခုဖြစ်ကာ triac ၏ လုပ်ဆောင်မှုကို control လုပ်ရန်ဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၅.၂ DC load အား control လုပ်သည့် solid-state relay တစ်လုံးတွင် triac အစား transistor အား အသုံးပြုကာ load မှ line သို့ ချိတ်ဆက်ထားပုံ



ပုံ ၅.၂၂ pin ၈ ခုပါ integrated လျှပ်စီးပတ်လမ်းဖြစ်ပြီး ယင်းတွင် ပါဝါနိမ့်သော solid-state relay နှစ်လုံးပါရှိပါသည်။



ပုံ ၅.၂၃ ၂၄၀ ဗို့အခြေအနေတွင် ၈ အမ်ပီယာအထိ control လုပ်နိုင်သော solid-state relay

Contactor များ

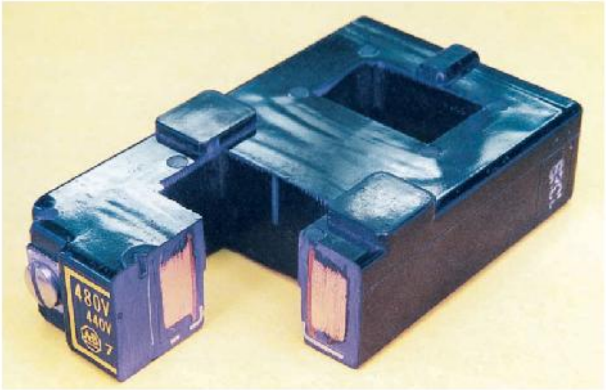
Contactor များသည် relay များတို့နှင့် အလွန်သဏ္ဍာန်တူကာ ယင်းတို့သည် လျှပ်စစ်သံလိုက် ကို အသုံးပြုသော ပစ္စည်းများဖြစ်ကြပါ သည်။ contactor များတွင် coil များပါဝင်ကာ relay များနှင့် နှိုင်းယှဉ်ပါက ယင်းတို့ကို ပိုမိုမြင့်မားသော ဗို့အားတွင် အသုံးပြုနိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။ relay ကွိုင်များစွာတို့သည် အေစီ သို့မဟုတ် ဒီစီ ဗို့အားပမာဏ ၅ မှ ၁၂၀ မျှတွင် operate လုပ်နိုင်စေရန် ရည်ရွယ်ထုတ်လုပ်ထားကြပါသည်။ ကွိုင်ပါသော contactor များမှာမူ ဗို့အားပမာဏ ၂၄ မှသည် ၆၀၀ ဗို့အား တိုင်အောင် အသုံးပြုနိုင်ကြပါသည်။ ထိုသို့သော မြင့်မားသောဗို့အားဖြင့်အသုံးပြုနိုင်သော ကွိုင်များအား ရရှိနိုင်သော်လည်း များသောအားဖြင့် contactor တို့အား လုံခြုံရေးအကြောင်းပြချက်ဖြင့် ၁၂၀ ဗို့ထက်မကျော်သော ဗို့အားဖြင့်သာ ယေဘုယျအားဖြင့် operate လုပ်ကြပါသည်။ contactor များအား မတူညီသော control circuit ဗို့အားများတွင် အသုံးပြုနိုင်စေရန်အတွက် ကွိုင်အား ပြောင်းလဲအသုံးပြုနိုင်ရန် ပြုလုပ်ထားကြပါသည်။ ထုတ်လုပ်သူများမှလည်း contactor အမျိုးအစားအလိုက် အပြောင်းအလဲလုပ်နိုင်ရန် ထုတ်လုပ်ထားကြပါသည်။ များသောအားဖြင့် ဂါယာအပတ်ရေများစွာ ပတ်ထားကြကာ အချို့သော molded

case အမျိုးအစားတို့တွင် တပ်ဆင်အသုံးပြုကြကာ ယင်းကွိုင်အား contactor အား တစ်စစီဖြုတ်ပြီးနောက် ပုံ ၅.၂၄ အတိုင်း အစားထိုး တပ်ဆင်နိုင်ပါသည်။

မှတ်သားရန်မှာ NEMA standard များတွင် magnetic switch အနေဖြင့် ကွိုင်၏ rated ဗို့အား ၏ ၈၅% မှ ၁၁၀% အတွင်း ကောင်းမွန်စွာ operateလုပ်နိုင်စေရပါမည်။ ဗို့အားသည် ဓါတ်အားစနစ်၏ အစိတ်အပိုင်း တစ်ခုမှ တစ်ခုသို့ ပြောင်းလဲမှုရှိနိုင်သကဲ့သို့ စက်ရုံအတွင်းတွင်လည်း ထိုသို့ မကြာခဏပြောင်းလဲ နိုင်ပါသည်။ အကယ်၍ ကွိုင်ဗို့အားသည် မြင့်မားနေပါက ယင်းကြောင့် လျှပ်စီးပမာဏ မြင့်မားစွာအသုံးပြုခြင်း ကြောင့် လျှပ်ကာများအား အပူလွန်ကဲမှုဖြစ်ပေါ်ကာ ဆင့်ကဲဖြစ်စဉ် အနေဖြင့် လောင်ကျွမ်းမှုဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။ ဗို့အားမြင့်မားပါကလည်း armature သည် ပုံသေရှိနေသော pole piece ကို အားတစ်ခုဖြင့် ကပ်သွားစေခြင်းကြောင့် pole pieces များအား ပျက်စီးစေကာ contactor ၏ သက်တမ်းအား တိုတောင်းစေပါသည်။ ဗို့အားအလွန်မြင့်ခြင်းကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သော ပျက်စီးစေသော အကျိုးဆက်တစ်ခုမှာ ရွေ့လျားနိုင်သော contact များသည် ပုံသေဖြစ်နေသော contact များနှင့် ကပ်နေရာတွင် contact များ အား လွန်ကဲစွာ တုန်ခါခြင်း ကိုဖြစ်စေပါသည်။ ထိုသို့ contact များ တုန်ခါခြင်းကြောင့် contact များတွင် အပူလွန်ကဲမှုဖြစ်ပေါ်ကာ ယင်း တို့အား ပျက်စီးစေပါသည်။

ကွိုင်ဗို့အား နိမ့်ပါးလျော့ကျမှု၊ မပြည့်မှုသည်လည်း ဗို့အားလွန်ကဲမြင့်မားခြင်းကြောင့် ပျက်စီးမှု မများပြားသည့်တိုင် အကျိုးဆက်များစွာကိုဖြစ်စေပါသည်။ ကွိုင်ဗို့အားသည် အလွန် နိမ့်ပါးပါက ကွိုင်အတွင်း လျှပ်စီးပမာဏ နည်းပါးကာ သံလိုက်လျှပ်စီးပတ်လမ်းအား ပုံမှန်ထက်ပိုမို အားနည်းစေပါသည်။ ယင်းအခြေအနေတွင် armature သည် pick up လုပ်သည်ဆိုသော်လည်း ပုံသေရှိနေသော pole piece တွင် လုံးဝထိကပ်နေခြင်း မဟုတ်ပေ။ ယင်းကြောင့် pole piece များအကြားတွင် air gap ကိုဖြစ်စေကာ ကွိုင်လျှပ်စီးအား အမှန်တစ်ကယ် ကပ်သွားနေစေနိုင်လောက်သော လျှပ်စီးပမာဏမှ လျော့ကျမသွားစေရန် တားဆီးထား ပါသည်။ ထိုသို့ဖြင့် ကွိုင်လျှပ်စီးအား မြင့်မားစေကာ အပူလွန်ကဲခြင်းနှင့် ကွိုင်လောင်ခြင်းများ ဖြစ်စေပါသည်။ အားနည်းသော သံလိုက်လျှပ်စီးပတ်လမ်းသည် ရွေ့လျားနိုင်သော contact များအား ပုံသေရှိနေသော contact များနှင့် ထိစေခြင်းရှိသော်လည်း contact spring အတွက် သင့်လျော်သော contact ဖိအားရရှိလာစေရန်အထိ လုံလောက်သောအားကို မဖြစ်ပေါ်စေပါ။ ယင်းသို့ဖြစ်ခြင်းဖြင့် arc ဖြစ်ပေါ်ခြင်းနှင့် contact များအား ခိုင်မြဲသွားစေခြင်းတို့ ကိုဖြစ်စေပါသည်။ ကောင်းမွန်လုံလောက်သော contact pressure

မရှိခြင်းကြောင့် မြင့်မားသော လျှပ်စီးကိုဖြစ်စေကာ အပူလွန်ကဲမှုဖြစ်ပေါ်လာခြင်းနှင့် ယေဘုယျအားဖြင့် contact များ၏ သက်တမ်းအား တိုတောင်းစေပါသည်။



ပုံ ၅.၂၄ သံလိုက်ကွိုင်တစ်ခု၏ ပိုင်းဖြတ်ပုံဖြစ်ကာ spool အပေါ်တွင် လျှပ်ကာထားသော copper wire ဖြင့် ပတ်ထားပြီး မိုလောင်းကာ ကာကွယ်ထားပုံ

Load Contact များ

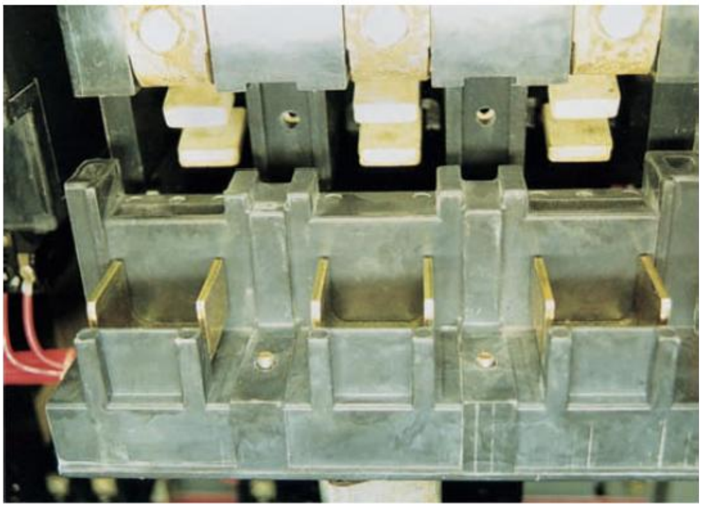
Relay နှင့် contactor များတို့၏ အဓိကကွာခြားချက်မှာ contactor များတို့သည် ကြီးမားသော contact များတပ်ဆင်ထားကာ ပါဂါလိုင်းမှ မြင့်မားသောလျှပ်စီးများအား ဆက်သွယ်နိုင်စေရန် ရည်ရွယ်ထားပါသည် (ပုံ ၅.၂၅)။ ယင်း ကြီးမားသော contact များအား load contact များဟုခေါ်ပါသည်။ အရွယ်အစား၊ ဆက်သွယ်သုံးစွဲလိုသော ဂန်အား တို့အပေါ်မူတည်ကာ လျှပ်စီးပမာဏ ရာပေါင်းများစွာအထိ အသုံးပြုနိုင်ရန် စီစဉ်ထားကြပါသည်။ အချို့တွင် arcing chamber အမျိုးအစားအချို့အား တပ်ဆင်ထားရှိခြင်းအားဖြင့် မြင့်မားသော လျှပ်စီးများအား ပါဂါလိုင်းမှ disconnect လုပ်ရာတွင် မီးတောက်များဖြစ်ပေါ်လာပါက ငြိမ်းသတ်နိုင်ပေမည်။ arcing chamber အား ပုံ ၅.၂၅ တွင် မြင်တွေ့နိုင်ပါသည်။

အခြားသော contact များတွင် arc shute များပါဂင်ကာ arc ၏ အလျားအား ရှည်ထွက်စေရန် လုပ်ဆောင်ပေးခြင်းအားဖြင့် မီးငြိမ်းသတ်မှုအား အထောက်အကူဖြစ်စေပါသည်။ contact open ဖြစ်သွားစဉ် တွင် ဖြစ်ပေါ်လာသော မီးတောက်သည် arc မှ ထုတ်လွှတ်သော အပူကြောင့် ပုံ ၅.၂၆ အတိုင်းမြင့်တက်

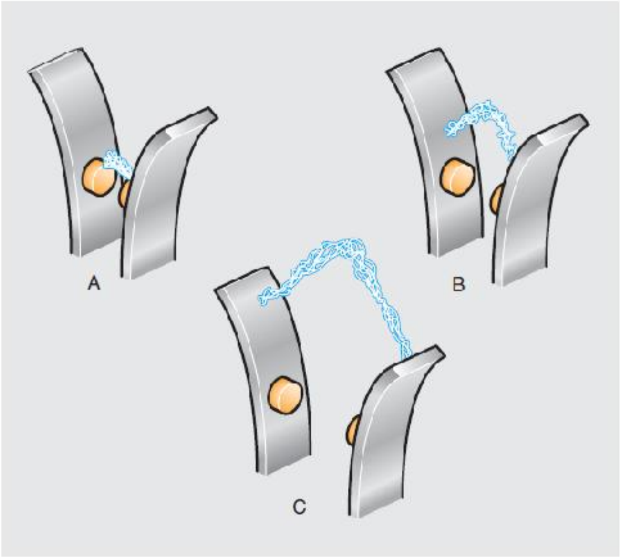
သွားပေမည်။ ယင်း arc သည် arc chute ၏ horn များမှ တစ်ဆင့် ဝေးသည်ထက်ဝေးရာသို့ ယင်းကိုယ်တိုင် ရပ်တည်နိုင်လောက်သည့်အခြေအနေ မရှိသည့်တိုင်အောင် ဆွဲသွားပါသည်။ သဘောသဘာဝန် တူညီစွာဖြင့် operating လုပ်သော အခြားသော ပစ္စည်းတစ်ခုမှာ blowout coil ဖြစ်ပါသည်။ blowout coil များအား ယေဘုယျအားဖြင့် contactor များတွင်အသုံးပြုကြကာ တိုက်ရိုက်လျှပ်စီးတွင် အသုံးပြုနိုင်စေရန် ထုတ်လုပ်ထားပြီး load နှင့် တန်းဆက် ဆက်ထားပါသည် (ပုံ ၅.၂၇)။ contact open ဖြစ်ချိန်တွင် arc သည် သံလိုက်စက်ကွင်းကြောင့် ဆွဲအားဖြစ်ပေါ်လာကာ လျှင်မြန်စွာမြင့်တက်သွားပါသည်။ ယင်းသည် တိုက်ရိုက်လျှပ်စီးအသုံးပြုသော မော်တာတစ်လုံးအားလှည့်ရန် အခြေခံလုပ်ဆောင်ပုံနှင့် တူညီပါသည်။ arc သည် အမှန်တစ်ကယ်အားဖြင့် လျှပ်စီးတစ်ခုသာဖြစ်ရာ ယင်း arc ၏ ဂန်းကျင်တွင် သံလိုက်စက်ကွင်းရှိနေပေသည်။ arc ၏ သံလိုက်စက်ကွင်းသည် blowout coil မှဖြစ်ပေါ်လာသော သံလိုက်စက်ကွင်းအား ဆွဲငင်သောကြောင့် arc သည် အထက်ဖက်သို့ မြင့်တက်သွားပါသည်။ ယင်း arc အား arc chute အသုံးပြုကာ ဖြစ်နိုင်သမျှလျှင်လျှင်မြန်မြန် ငြိမ်းသတ်နိုင်ကာ မီးတောက်အား အပေါ်သို့ဆွဲယူသွားနိုင်မည့် အပူရှိန်အပေါ်တွင်လည်း မှီတည်ပါသည်။ blowout coil များအား တစ်ခါတစ်ရံတွင် မြင့်မားသော ပြန်လှန်လျှပ်စီးများအတွက် အသုံးပြုသော contactor များတွင် တစ်ခါတစ်ရံ အသုံးပြုကြကာ တိုက်ရိုက်လျှပ်စီးအသုံးပြုသော contactor များအတွက်မူ မကြာခဏ အသုံးပြုကြပါသည်။ ပြန်လှန်လျှပ်စီးတွင် လှိုင်းသည် သုညကို ဖြတ်သွားသောအခါတွင် စက်ဝိုင်းတစ်ခြမ်းစီတွင် turns off ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းအချက်သည် ပြန်လှန်လျှပ်စီး အခြေအနေတွင် arc အား ငြိမ်းသတ်ရန် အထောက်အကူပြုပါသည်။ တိုက်ရိုက်လျှပ်စီးတွင်မူ အချိန်တစ်ခုစီ အတိုင်းအတာများအတွင်း turns off လုပ်ခြင်း မရှိပေ။ ထို့ကြောင့် ဒီစီ arc တစ်ခုဖြစ်ပေါ်လာပါက ငြိမ်းသတ်ရန် လွန်စွာခက်ခဲပါသည်။ blowout coil များသည်ထိုသို့သော arc များအား ငြိမ်းသတ်ရန် အလွန်ထိရောက်သော နည်းလမ်းပင်ဖြစ်ပါသည်။ blowout coil ပါသော contact တစ်ခုအား ပုံ ၅.၂၈ တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။

Contactor အတော်များများတွင် auxiliary contact များပါဝင်သကဲ့သို့ load contact များလည်း ပါရှိပါသည်။ လိုအပ်ပါက auxiliary contact များ အား control circuit များတွင်အသုံးပြုကြပါသည်။ ပုံ ၅.၂၉ တွင်ပြသထားသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် pole သုံးခုပါသော contactor အား အသုံးပြုထားပြီး ယင်းသည် three-phase heater များအား ပါဝါလိုင်းဖြင့် ဆက်သွယ်ထားပါသည်။ မှတ်သားရန်မှာ normally open

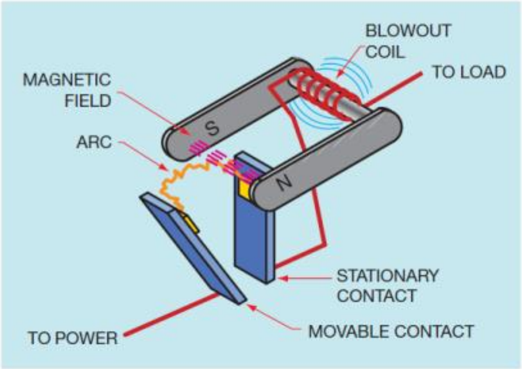
auxiliary contact အား လိမ္မော်-အဝါရင့် amber pilot light အား control လုပ်ရန်အတွက်အသုံးပြုကာ heater များ turned on လုပ်နေကြောင်း ညွှန်ပြရန်ဖြစ်ပြီး normally closed contact များမှာမူ အနီရောင် pilot light အား control လုပ်ရန်ဖြစ်ကာ heaters များ turned off ဖြစ်နေကြောင်း ညွှန်ပြပါသည်။ thermostat မှာမူ HR contactor coil ၏ လုပ်ဆောင်မှုအား control လုပ်ပါသည်။ ပုံမှန် de-energize လုပ်သောအခြေအနေတွင် normally closed ဖြစ်နေသော HR auxiliary contact သည် အနီရောင် pilot light အားပါဝါပေးပါသည်။ thermostat contact သည် close ဖြစ်သွားချိန်တွင် ကွိုင် HR သည် energize ဖြစ်ခြင်းကြောင့် အားလုံးသော HR contact များ သည် အခြေအနေ ပြောင်းသွားပါသည်။ load contact သုံးခုစလုံးတို့သည် close ဖြစ်သွားကာ heater များအား line ဖြင့် ချိတ်ဆက်ပေးပါသည်။ normally closed ဖြစ်နေသော HR auxiliary contact သည် open ဖြစ်သွားပြီးနောက် အနီရောင် pilot light အား turns off လုပ်လိုက်ကာ normally open ဖြစ်နေသော HR auxiliary contact သည် close ဖြစ်ပြီးနောက် amber pilot light အား turns on လုပ်ပါမည်။ auxiliary contact ပါသော size 1 contactor အား ပုံ ၅.၃၀ တွင်ပြသထားပါသည်။



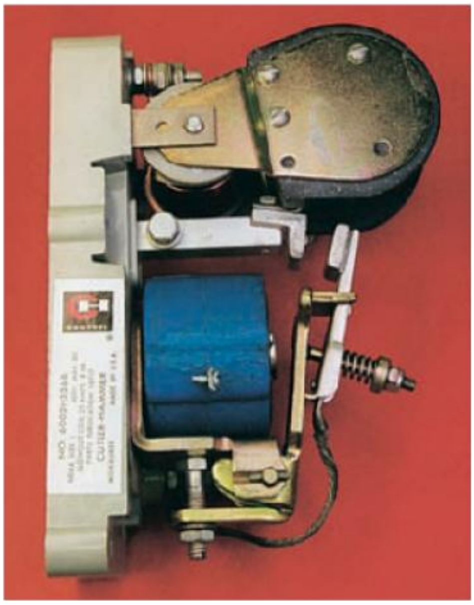
ပုံ ၅.၂၅ Load contact များပါသော contactor များဖြစ်ကာ ပါဝါလိုင်းမှ တစ်ဆင့် မြင့်မားသော လျှပ်စီးပမာဏ ရှိသည့် load များအား ဆက်သွယ်နိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။



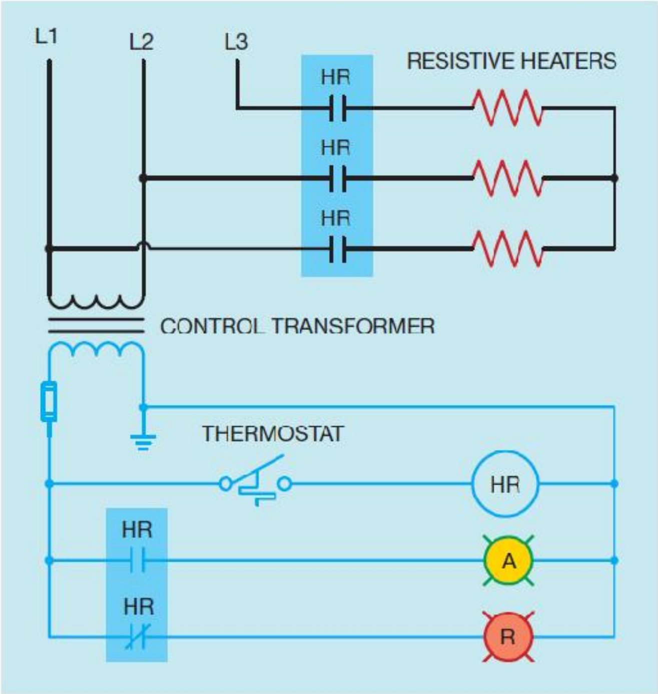
ပုံ ၅.၂၆ အပူကြောင့် arc chutes များအကြားတွင် မီးတောက် ဖြစ်ပေါ်လာပုံ



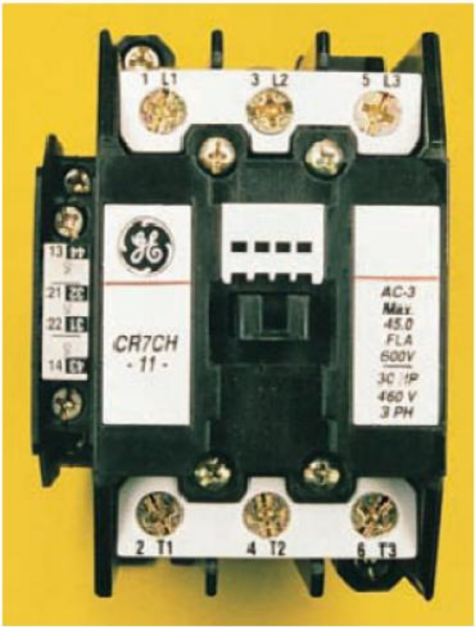
ပုံ ၅.၂၇ magnetic blowout coil များအား load နှင့် တန်းဆက်ဆက်ထားခြင်းဖြင့် သံလိုက်စက်ကွင်းကို ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။



ပုံ ၅.၂၈ blowout coil ပါရှိသော clapper အမျိုးအစား contactor



ပုံ ၅.၂၉ load နှင့် auxiliary contact နှစ်မျိုးစလုံးပါရှိသော contactor



ပုံ ၅.၃၀ auxiliary contact ပါရှိသော Size 1 contactor

Vacuum Contactor များ

လေဟာနယ်အသုံးပြုသော contactor များတွင် ယင်းတို့၏ load contact များအား အလုံပိတ်ထားသော vacuum chamber အတွင်းတပ်ဆင်ထားပါသည်။ ရွေ့လျားနိုင်သော contact တွင် တပ်ဆင်ထားသော metal bellows ကြောင့် ယင်း contact အား seal မပျက်စေဘဲ ရွေ့လျားရလွယ်စေပါသည် (ပုံ ၅.၃၁)။ vacuum chamber အတွင်းရှိ sealing contact သည် contact များအကြားရှိ အလွန်သေးငယ်သော နေရာတွင် arc မဖြစ်ပေါ်စေဘဲ မြင့်မားသောဗို့အားများအား switch လုပ်နိုင်ပါသည်။ ပုံ ၅.၃၁ တွင်ပြထားသော contact များသည် ၇.၂ ကီလိုဗို့ နှင့် ၄၀၀ အမ်ပီယာတွင်သုံးစွဲနိုင်စေရန် နှုံးထားများ သတ်မှတ်ထားပါသည်။

လျှပ်စစ် arc တို့သည် ဗို့အားတန်ဘိုး လုံလောက်စွာမြင့်မားခြင်းကြောင့် ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော contact နှင့် ရွေ့လျားနိုင်သော contact တို့အကြားတွင်ရှိသော လေမော်လီကျူးတို့အား ionize ဖြစ်စေမှုကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာကြပါသည်။ medium voltage contactor တို့သည် ယေဘုယျအားဖြင့် ကြီးမားကြပြီး contact များအကြား arc လမ်းကြောင်းအား ဖြိုဖျက်နိုင်ရန် လုံလောက်သော အကွာအဝေးရှိရပါမည်။ အချို့သော medium voltage contactor များမှာမူ arc အား suppress လုပ်နိုင်သော ပစ္စည်းများ၊ arc shield များ၊ နှင့် မီးငြိမ်းသတ်နိုင်ရန် ဆီအတွင်း စိမ်ထားခြင်း သို့မဟုတ် မီးတောက်ကို တားဆီးခြင်း အစရှိသည်တို့အား

အသုံးပြုထားပါသည်။ vacuum contactor များသည် contact များပတ်ဝန်းကျင်တွင် လေမရှိသည့်အတွက် arc တွင် ionization path မရှိနိုင်ဟူသော နည်းဥပဒေသအား အသုံးပြုကာ operate လုပ်ပါသည်။ vacuum contactor တို့သည် အခြားသော medium voltage contactor တို့နှင့်နှိုင်းယှဉ်ပါက အရွယ်အစားသေးငယ်ကြပါသည်။ ၇.၂ ကီလိုဗို့ ၄၀၀ အမ်ပီယာတွင် အသုံးပြုသော three-phase contactor တစ်လုံးအား ပုံ ၅.၃၂ တွင်ပြသထားပါသည်။ ၁၂ ကီလိုဗို့ ၄၀၀ အမ်ပီယာတွင် အသုံးပြုသော three-phase contactor တစ်လုံးအား ပုံ ၅.၃၃ တွင်ပြသထားပါသည်။

ပုံ ၅.၃၁ vacuum contact များအား vacuum chamber အတွင်း အလုံပိတ်ထားပါသည်။

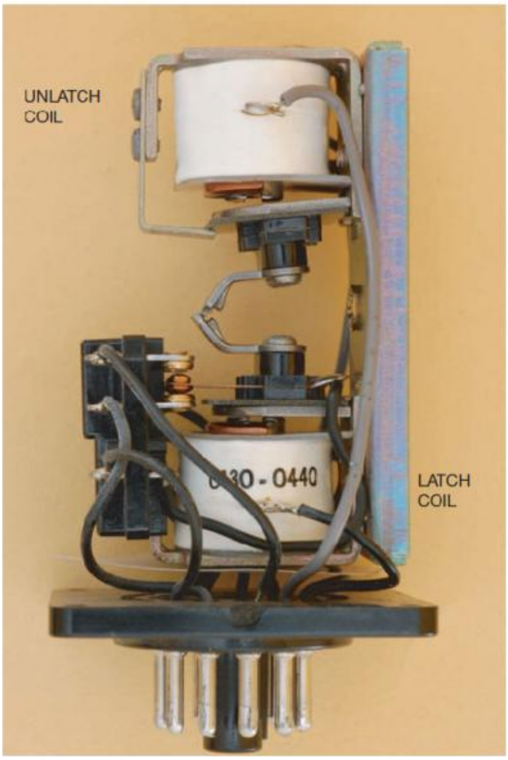
ပုံ ၅.၃၂ ၇.၂ ကေဗွီ၊ ၄၀၀ အမ်ပီယာ အထိ အသုံးပြုနိုင်သော three-phase vacuum contactor

ပုံ ၅.၃၃ ၁၂ ကေဗွီ၊ ၄၀၀ အမ်ပီယာ အထိ အသုံးပြုနိုင်သော three-phase vacuum contactor

Mechanical သဘာဝအားဖြင့် hold လုပ်ထားနိုင်သော contactor များနှင့် relay များ

Mechanical သဘာဝအားဖြင့် hold လုပ်ထားနိုင်သော contactor များနှင့် relay များအား မကြာခဏ ဆိုသလို latching contactor များသို့မဟုတ် latching relay များဟု ခေါ်ဆိုကြပါသည်။ ယင်းတို့သည် လျှပ်စစ်သံလိုက်နှစ်ခုအား အသုံးပြုကာ operate လုပ်ပါသည်။ ကွိုင်တစ်ခုအား latch coil ဟု ခေါ်ကာ အခြားကွိုင်ကိုမူ unlatch coil ဟုခေါ်ပါသည် (ပုံ ၅.၃၄)။

Latch coil သည် contact များအား အနေအထားပြောင်းလဲစေကာ latch coil မှ ပါဝါအား ဖယ်ရှားလိုက်သောအခါတွင် mechanically hold လုပ်ထားနိုင်ပါသည်။ contact များအား မူလ de-energize အနေအထားအား ပြန်လည်ရရှိလိုပါက unlatch coil အား energize လုပ်ပေးခြင်းပြုရပေမည်။ latching relay အသုံးပြုထားသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခုအား ပုံ ၅.၃၅ တွင်ပြသထားပါသည်။ coil နှစ်ခုစလုံးအား momentary contact ပါရှိသည့် push button အားဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။ mechanical သဘာဝ အားဖြင့် hold လုပ်ထားနိုင်သော relay များနှင့် contactor များတို့အား ခေတ္တခဏမျှသာ အသုံးပြုရန်ရည်ရွယ်ပြီး တစ်ဆက်တည်း သုံးစွဲပါက လောင်ကျွမ်းနိုင်ပါသည်။

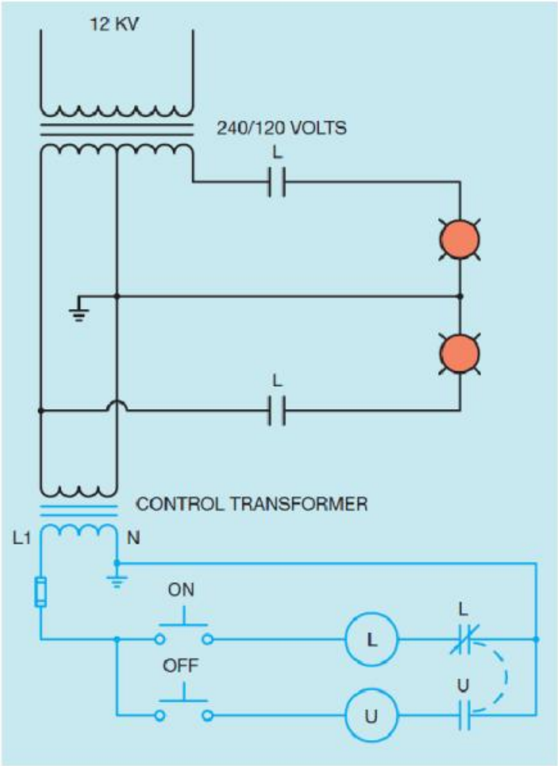


ပုံ ၅.၃၄ latching relay

ပုံမှန်သုံးစွဲနေကျဖြစ်သော သံလိုက်စွမ်းအင်သုံး contactor များနှင့် relay များနှင့် မတူသည်မှာ latching relay များနှင့် contactor များတို့၏ contact များတို့သည် ပါဝါပြတ်တောက်သွားသော်လည်း မူလ အနေအထားသို့ ပြန်လည်ရောက်ရှိသွားခြင်းမရှိပေ။ ယင်းတို့အား ပါဝါပြတ်တောက်ပြီးနောက် ပြန်လည် ရရှိရာတွင် လူ သို့မဟုတ် ပစ္စည်းတို့အား ဘေးအန္တရာယ်မရှိနိုင်သော အနေအထားမျိုးတွင်မှသာ သုံးစွဲသင့်ပါသည်။

လုပ်ဆောင်မှု အစီအစဉ်

Latching relay နှင့် contactor ပုံစံများစွာ တို့တွင် contact များပါဝင်ကြပြီး ယင်းတို့အား energize လုပ်ပြီးချိန်တွင် ကွိုင်သို့ ပေးသော ပါဝါအား ဆက်တိုက်ဖြစ်မနေစေရန် တားဆီးပေးပါသည်။ ယင်း contact များအား coil clearing contact များ ဟုခေါ်ဆိုကြပါသည်။ ပုံ ၅.၃၅ တွင် ကွိုင် L သည် latching coil ဖြစ်ကာ U coil မှာမူ unlatch coil ဖြစ်ပါသည်။ ON button အား ဖိနှိပ်လိုက်သောအခါတွင် လျှပ်စီးသည် L coil ထံသို့ စီးဆင်းစေကာ normally close ဖြစ်နေသော L contact မှ နျူထရယ်သို့ရောက်စေပါသည်။ relay သည် latch အနေအထားသို့ ပြောင်းသွားချိန်တွင် normally close ဖြစ်နေသော L contact သည် L coil နှင့် တန်းဆက်ဖြစ်နေကာ open ဖြစ်ပြီးနောက် L coil သို့ ပေးပို့သော ပါဝါအား ပြတ်တောက်စေပါသည်။ ထိုသို့ ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် L coil သို့ အခြားသော ပါဝါများ ထပ်မံမရောက်ရှိနိုင်တော့ပေ။ တစ်ချိန်တည်းတွင် U coil နှင့် တန်းဆက်ဖြစ်နေသော open U contact သည် OFF button အား ဖိနှိပ်လိုက်သောအခါတွင် U coil အား operation ရနိုင်စေရန် အတွက် close ဖြစ်သွားပါသည်။ L coil သည် energize ဖြစ်ပြီးနောက်တွင် L load contact များအားလည်း close ဖြစ်ခြင်းကြောင့် lamps အစုအဝေးအား energize ဖြစ်စေပါသည်။ ယင်း lamps များအား OFF push button အား ဖိနှိပ်ခြင်းအားဖြင့် U coil အား energize လုပ်ခြင်းဖြင့် turn off လုပ်နိုင်ပေသည်။ ယင်းကြောင့် relay အား မူလအခြေအနေသို့ ပြန်လည်ရောက်ရှိစေပါသည်။ သတိပြုရန်မှာ coil clearing contact များတို့သည် coil ထံသို့ စဉ်ဆက်မပြတ်ပေးပို့နေသော ပါဝါအား တားဆီးထားခြင်းဖြင့် mechanical သဘောအရ relay အား hold လုပ်ထားနိုင်ပါသည်။

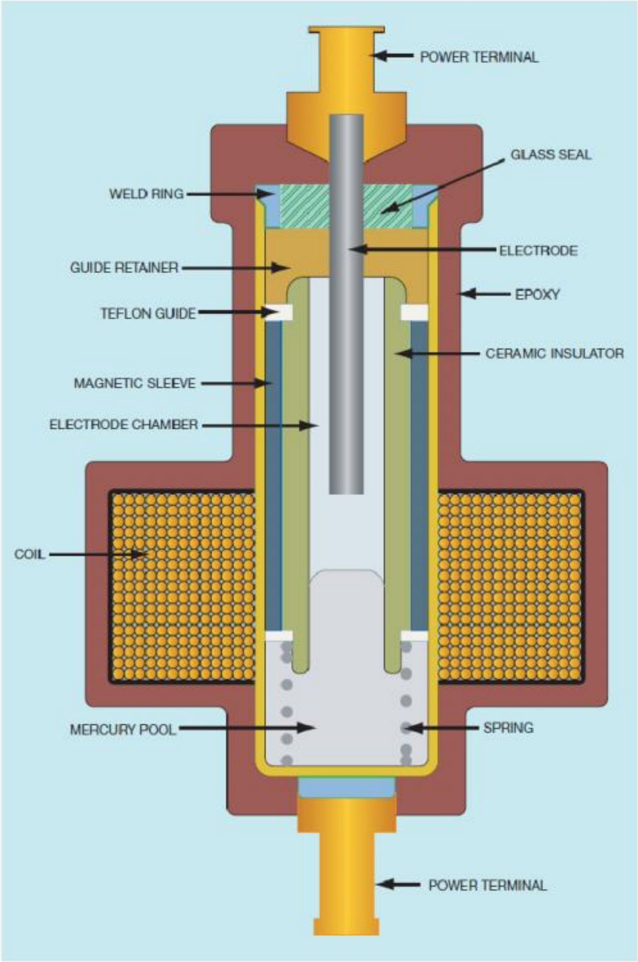


ပုံ ၅.၃၅ latching အမျိုးအစား relay များ နှင့် contactor များတွင် latch နှင့် unlatch coil များ ပါဝင်ပါသည်။

မာကျူရီ relay များ

မာကျူရီ relay များအား mercury-wetted contact များအသုံးပြုသောနေရာတွင် mechanical contact များအစား အသုံးပြုပါသည်။ မာကျူရီ relay များတွင် stationary contact တစ်ခုပါရှိကာ electrode ဟုခေါ်ပါသည်။ ယင်း electrode သည် electrode chamber အတွင်းတွင်ရှိပါသည်။ coil သည် energize ဖြစ်သောအချိန်တွင် magnetic sleeve အား မာကျူရီ အရည်ကန်အတွင်းသို့ ဆွဲချယူခြင်းကြောင့် chamber အတွင်းရှိ မာကျူရီ အား မြင့်တက်စေကာ stationary electrode နှင့် ထိမိစေပါသည် (ပုံ ၅.၃၆)။ မာကျူရီ relay သုံးစွဲရခြင်း၏ အဓိက အကျိုးကျေးဇူးမှာ အသုံးပြုသော အချိန်တစ်ခုစီအတွက် contact များအား ပြန်လည်သစ်လွင်စေခြင်း၊ connection ပြုလုပ်ခြင်း၊ အဆက်ဖြတ်ခြင်းအစရှိသည်တို့ကြောင့်ဖြစ်သော arc ကြောင့်ဖြစ်သော လောင်ကျွမ်းမှုများ၊ အပေါက်ဖြစ်ခြင်းများအား ဖယ်ရှားနိုင်ပါသည်။ ပြစ်ချက်အနေဖြင့် မာကျူရီ relay များတွင် မာကျူရီ ပါဝင်ခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။ မာကျူရီသည် အဆိပ်အတောက်ဖြစ်စေသော ပစ္စည်းဖြစ်ကာ

ယင်းကြောင့် နာဗ်ကြောစံနစ်နှင့် ကျောက်ကပ်တို့အား ပျက်စီးစေပါသည်။ မာကျူရီအား ဥရောပဒေသ နိုင်ငံအချို့က ပိတ်ပင်ထားပါသည်။



ပုံ ၅.၃၆ mercury relay ပုံ

မာကျူရီ relay များအား ရေပြင်ညီအတိုင်း တပ်ဆင်မည့်အစား ထောင်လိုက်တပ်ဆင်သုံးစွဲကြပါသည်။ ယင်းတို့အား pole တစ်ခု၊ pole နှစ်ခု နှင့် pole သုံးခု အစရှိသော တည်ဆောက်မှုပုံစံမျိုးဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။ ပုံ ၅.၃၇ တွင် pole တစ်ခုတည်းပါဝင်သော မာကျူရီ relay အား ပြသထားပါသည်။

ပုံ ၅.၃၇ single-pole mercury relay

မော်တာ starter များ

မော်တာ starter များသည် contactor များဖြစ်ကာ ယင်းတွင် overload relay အား ထပ်ဆောင်းပေါင်းထည့်ထားပါသည် (ပုံ ၅.၃၈)။ ထို့ကြောင့် ယင်းတို့အား motor operation များအား control လုပ်ရန် ရည်ရွယ်ထားကြကာ motor starter များအား မြင်းကောင်ရေဖြင့် နှုံးထားသတ်မှတ်ကြပါသည်။ သံလိုက်အားကိုအသုံးပြုသော motor starter များအား အရွယ်အစား မျိုးစုံဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။ လိုအပ်သော motor starter အရွယ်အစားအား control လုပ်လိုသော မော်တာ၏ မြင်းကောင်ရေနှင့် ဗို့အား တို့ဖြင့် သတ်မှတ်ကြပါသည်။ motor starter အရွယ်အစားအား သတ်မှတ်ရာတွင် NEMA နှင့် IEC ဟူ၍ နည်းလမ်း နှစ်သွယ်ရှိပါသည်။ ပုံ ၅.၃၉ တွင် ပုံမှန် starting duty အတွက် NEMA မှ သတ်မှတ်ထားသော starter အရွယ်အစား များအား ပြသထားပါသည်။ starter ၏ capacity မှ တစ်ဆင့် power contact သို့မဟုတ် load အရွယ်အစားနှင့် starter သို့ ဆက်သွယ်နိုင်မည့် ဂါယာကြိုး၏ ဂန်းဖြတ်ဧရိယာအား သိရှိစေနိုင်ပါသည်။ ဗို့အားတန်ဘိုး နှစ်ဆဖြစ်ခဲ့ပါက load contact များ၏ အရွယ်အစား အား လျော့ချနိုင်ကာ

အဘာယ်ကြောင့်ဆိုသော် တူညီသော ပါဝါပမာဏတွင် လျှပ်စီးသည် တစ်ဝက်ဖြစ်သွားခြင်းကြောင့် (P = E x I) ဖြစ်ပါသည်။

Pole အရေအတွက်အား ဖော်ပြရာတွင် ယင်းသည် load contact ကိုသာ ရည်ညွှန်းခြင်းဖြစ်ကာ control နှင့် auxiliary contact တို့၏ အရေအတွက်များ မပါဝင်ပါ။ three-phase motor များအား control လုပ်ရန် pole သုံးခုပါသော starter များအား အသုံးပြုပြီး pole နှစ်ခုတည်းသာပါသော starter များမှာမူ single-phase motor များအတွက်ဖြစ်ပါသည်။

NEMA နှင့် IEC

NEMA သည် National Electrical Manufacturers Association အား အတိုရေးသားထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ထို့အတူ IEC သည်လည်း International Electromechanical Commission ကို အတိုရေးသားထားခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။ IEC သည် equipment အမျိုးစုံအတွက် standard များနှင့် rating များအား NEMA ကဲ့သို့ပင် သတ်မှတ်ထားပါသည်။ IEC အား အမေရိကန်ပြည်ထောင်စုနှင့်နိုင်းစာလျှင် ဥရောပနိုင်ငံများမှ ပိုမိုကျယ်ပြန့်စွာသုံးစွဲကြပါသည်။ များစွာသော equipment ထုတ်လုပ်သူတို့သည် ယင်းတို့၏ ထုတ်ကုန်များအား အမေရိကန်ပြည်ထောင်စုတွင်ထုတ်လုပ်သော်လည်း IEC Standard ဖြင့်လည်း စတင်ဖော်ပြသုံးစွဲနေကြပြီဖြစ်ပါသည်။ အဓိက အချက်မှာ အမေရိကန်ပြည်ထောင်စုမှ ထုတ်လုပ်သော ပစ္စည်းများအား ဥရောပတွင် ဈေးကွက် ရရှိနိုင်စေရန် ဖြစ်ပါသည်။ များသောအားဖြင့် ဥရောပ ကုမ္ပဏီများသည် IEC Standard ဖြင့် ဒီဇိုင်းထုတ်မထားခဲ့ပါက ဝယ်ယူကြလိမ့်မည်မဟုတ်ပေ။

IEC အနေဖြင့် NEMA နှင့် အလားသဏ္ဌာန်တူသော rating များအား အသုံးပြုသော်လည်း ယင်းတို့နှစ်ခုတွင် တစ်ခါတစ်ရံ ရုပ်ပိုင်းဆိုင်ရာ အချက်အလက်များ များစွာကွဲလွဲမှုလည်း ရှိပါသည်။ load contact နှစ်စုံအား ပုံ ၅.၄၀ တွင်ပြသထားပါသည်။ လက်ဝဲဘက်ခြမ်းရှိ load contact များသည် NEMA မှ သတ်မှတ်ထားသော 00 motor starter အတွက် နှုံးထားသတ်မှတ်ထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။ လက်ယာဘက်ခြမ်းရှိ load contact များမှာမူ တူညီသော IEC မှ သတ်မှတ်ထားသော 00 motor starter အတွက် နှုံးထားသတ်မှတ်ချက် ဖြစ်ပါသည်။

သတိပြုရန်မှာ NEMA မှ နှုံးထားသတ်မှတ်ထားသော contact များ၏ မျက်နှာပြင် ဧရိယာသည် IEC မှသတ်မှတ်ထားသော နှုံးထားများထက် များစွာကြီးမားပေသည်။ ယင်းအချက်သည် NEMA မှ

နှုံးထားသတ်မှတ်သည့် starter များသည် IEC starter များထက် လျှပ်စီးပိုမို သယ်ဆောင်နိုင်ပါသည်။ ထို့အပြင် NEMA 00 contact များနှင့် တူညီသော IEC ၏ starter contact များသည် သေးငယ်သော eight-pin control relay ၏ contact များထက် သေးငယ်ပါသည် (ပုံ ၅.၄၁)။

ပုံ ၅.၃၈ မော်တာ starter တစ်လုံးသည် contactor တစ်ခုနှင့် overload relay တစ်ခုတို့အား ပေါင်းစုထားခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။

NEMA နှင့် IEC rated starter တို့၏ contact များ၏ အရွယ်အစား ကွဲပြားမှုကြောင့် များစွာသော control system အင်ဂျင်နီယာများနှင့် ဒီဇိုင်းပြုစုသူများတို့သည် NEMA rated equipment ထက် IEC rated equipment အား အရွယ်အစား တစ်ခု သို့မဟုတ် နှစ်ခု မြှင့်ကာ သတ်မှတ်ကြပါသည်။ IEC Starter များနှင့် သက်ဆိုင်သော နှုံးထားများအား ပုံ ၅.၄၂ တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။ မော်တာ starter များသည် အခြေခံအားဖြင့် contactor တစ်ခုနှင့် overload relay တို့အား အတူတကွ တပ်ဆင်သုံးစွဲသည် ဆိုသော်လည်း များသောအားဖြင့် auxiliary contact များပါဝင်ပါသည်။ ထုတ်လုပ်သူအတော်များများတို့သည် starter သို့မဟုတ် contactor တွင် ထည့်သွင်းတပ်ဆင် အသုံးပြုနိုင်သည့် auxiliary contact များအားထုတ်လုပ်လာကြပါသည် (ပုံ ၅.၄၃)။ ထိုသို့ auxiliary contact အား ထည့်သွင်းအသုံးပြုခြင်းအားဖြင့်

မကြာခဏ ဆိုသလို control relay များအား လောဂျစ်လျှပ်စီးပတ်လမ်း တစ်ခု၏ အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုအနေဖြင့် အသုံးပြုလုပ်ဆောင်စေရန်အတွက် အသုံးပြုရန်လိုအပ်မှုအား လျော့ချစေနိုင်ပါသည်။ ပုံ ၅.၄၄ တွင်ဖော်ပြထားသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် motor #1 သည် motor#2 သို့မဟုတ် #3 မတိုင်မီတွင် စတင်မောင်းနှင်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ထိုသို့ လုပ်ဆောင်နိုင်စေရန် starter coil များဖြစ်ကြသော M2 နှင့် M3 တို့အား normally open contact ဖြင့် တန်းဆက် ဆက်ထားပေးရပါမည်။ ပုံ ၅.၄၄ (က) တွင် control relay တစ်ခု၏ ကွိုင်အား motor starter coil M1 ဖြင့် အပြိုင်ချိတ်ဆက်ထားပါသည်။ ထိုသို့ ဆက်သွယ်ထားခြင်းဖြင့် control relay CR သည် မော်တာ starter ကွိုင်ဖြစ်သော M1 နှင့် တွဲဆက် operate လုပ်ပေမည်။ normally open CR contact နှစ်ခုတို့သည် မော်တာ #2 နှင့် #3 တို့အား မော်တာ #1 မလည်ပတ်မချင်း စတင်လည်ပတ်မှုမပြုနိုင်ရန် တားဆီးထားပါသည်။ ပုံ ၅.၄၄ (ခ) တွင် ပြသထားသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် မော်တာ starter M1 တွင် auxiliary contact နှစ်ခုအား တပ်ဆင်ထားသည်ဟု ယူဆထားပါသည်။ auxiliary contact အသစ်နှစ်ခုအား normally open CR contact နှစ်ခုဖြင့် အစားထိုးထားကာ control relay CR လိုအပ်မှုအား လျော့ချနိုင်ပါသည်။ ထပ်ဆောင်း auxiliary contact များ ပါရှိသော motor starter တစ်လုံးအား ပုံ၅.၄၅ တွင်ပြသထားပါသည်။

မော်တာ control center များ

မော်တာ starter များအား အမြဲဆိုသလို circuit breaker များ၊ ဖြူစ်များ၊ disconnect များ နှင့် control transformer များဖြင့် ဖွဲ့စည်းထားပါသည်။ ယင်းသို့သော ပစ္စည်းများပါဝင်သော အစုအား combination starter များဟု ခေါ်ဆိုကြပါသည်။ ယင်း component များအား enclosure တစ်ခုတည်းတွင် ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ထားပါသည် (ပုံ ၅.၄၆)။

မော်တာ control center တွင် combination starter များအား အထူးပြုလုပ်ထားသော enclosure များအတွင်း တပ်ဆင်ထားကာ မော်တာများစွာအား ပါဂါပေးပို့နိုင်သော central bus bar များအား ထည့်သွင်း တပ်ဆင်သုံးစွဲနိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။ ထိုသို့သော combination starter အမျိုးအစားများ ထည့်သွင်းတပ်ဆင်သော enclosure အား module၊ cubicle သို့မဟုတ် can ဟု ခေါ်ဆိုကြကာ ပုံ ၅.၄၅ တွင်ပြသထားပါသည်။ ယင်းတို့အား motor control center (MCC) အတွင်း ထည့်သွင်းအသုံးပြုနိုင်စေရန်

ဒီဖိုင်းထုတ်ထားကာ ပုံ ၅.၄၈ တွင်ပြသထားပါသည်။ module တစ်ခုစီအတွက် ဆက်သွယ်မှုပြုရာတွင် ယေဘုယျအားဖြင့် module အတွင်းထည့်သွင်းတပ်ဆင်ထားသော terminal strip များအားအသုံးပြုပါသည်။ ထုတ်လုပ်သူများစွာတို့သည် terminal strip တစ်ခုလုံးအား ဂါယာတစ်ခုစီအား ဖယ်ရှားရန် မလိုအပ်ပဲ ဖယ်ရှားနိုင်ရန် နည်းလမ်းများရှိပါသည်။ starter တစ်လုံး ပျက်စီးသွားပါက starter အသစ်တစ်လုံးအား အလျှင်အမြန် တပ်ဆင်ပေးနိုင်ပါသည်။ ပျက်စီးသွားသော starter အား သင်လျော်သောအချိန်တွင် ပြန်လည် ပြုပြင်သုံးစွဲနိုင်ပါသည်။

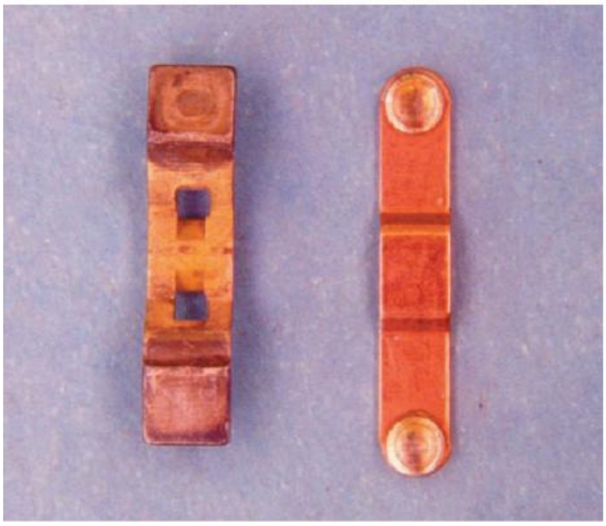
သတိပြုရန်။
မော်တာ control center များအား လိုအပ်ချက်အရ impedance နိမ့်ပါးစွာရှိနေစေရမည်ဖြစ်သောကြောင့် အတော်အတန်မြင့်မားသော fault current အား ဖြစ်စေပါသည်။ ခန့်မှန်းတွက်ချက်မှုများအရ စံပြု MCC သည်
arc-fault ဖြစ်သော အခြေအနေတွင် ပေသုံးဆယ်မျှအကွာအဝေးမှ လူအား သေစေနိုင်ရန် လုံလောက်သော စွမ်းအင်ရှိပါသည်။ ထိုအချက်ကြောင့် များစွာသော စက်ရုံ၊ အလုပ်ရုံများတွင် လျှပ်စစ်ကျွမ်းကျင်သူတို့အနေဖြင့် combination starter တစ်ခု၏ တံခါးအား ဖွင့်ခြင်း သို့မဟုတ် ယူနစ်အား energize လုပ်ခြင်း အစရှိသည်တို့
ပြုလုပ်ရာတွင် ကာကွယ်မှုပြု ဂတ်စုံအား ယခုအခါ အပြည့်အစုံ ဂတ်ဆင်ရန် လိုအပ်လာပါသည်။ (မီးလောင်ဒဏ် ခံနိုင်သော အဝတ်၊ မျက်နှာအကာ၊ နားကျပ်များ နှင့် ဦးထုတ်အမာ) starter အား energize လုပ်သောအခါတွင် ယူနစ်၏ ဘေးမှသာ မတ်တပ်ရပ်ရန်ဖြစ်ပြီး မျက်နှာချင်းဆိုင် တည့်တည့်တွင် မရပ်နေသင့်ပေ။ direct short အခြေအနေတွင် တံခါးသည် လွင့်စင်ထွက်ခြင်း သို့မဟုတ် ပွင့်ခြင်း ဖြစ်နိုင်ပါသည်။

		Maximum Horsepower Rating—Nonplugging and Nonjogging Duty				Maximum Horsepower Rating—Nonplugging and Nonjogging Duty	
NEMA Size	Load Volts	Single Phase	Poly Phase	NEMA Size	Load Volts	Single Phase	Poly Phase
	115	½	. . .		115	7½	. . .
	200	. . .	1½		200	. . .	25
	230	1	1½		230	15	30
00	380	. . .	1½	3	380	. . .	50
	460	. . .	2		460	. . .	50
	575	. . .	2		575	. . .	50
	115	1	. . .		200	. . .	40
	200	. . .	3		230	. . .	50
	230	2	3		380	. . .	75
0	380	. . .	5	4	460	. . .	100
	460	. . .	5		575	. . .	100
	575	. . .	5				
	115	2	. . .		200	. . .	75
	200	. . .	7½		230	. . .	100
	230	3	7½		380	. . .	150
1	380	. . .	10	5	460	. . .	200
	460	. . .	10		575	. . .	200
	575	. . .	10				
					200	. . .	150
	115	3	. . .		230	. . .	200
*1P	230	5	. . .	6	380	. . .	300
					460	. . .	400
					575	. . .	400
	115	3	. . .		230	. . .	300
	200	. . .	10	7	460	. . .	600
	230	7½	15		575	. . .	600
2	380	. . .	25		230	. . .	450
	460	. . .	25	8	460	. . .	900
	575	. . .	25		575	. . .	900

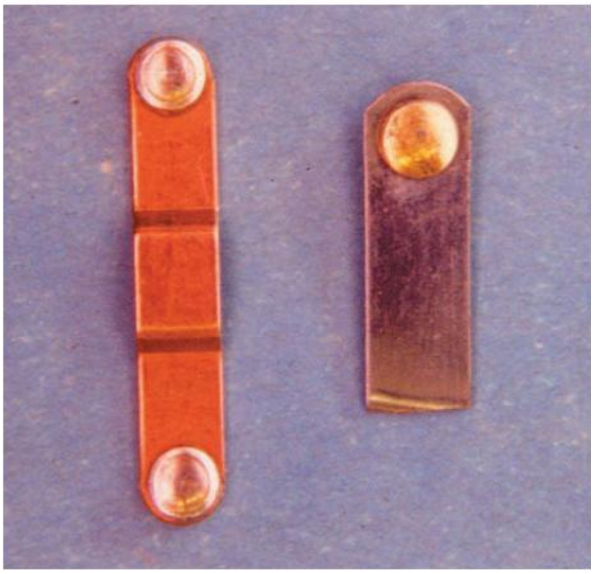
Tables are taken from NEMA Standards.

*1¾, 10 hp is available.

ပုံ ၅.၃၉ မော်တာ starter အရွယ်အစားများနှင့် ယင်းတို့၏ rating များ



ပုံ ၅.၄၈ ဘယ်ဘက်ခြမ်းတွင်ပြသထားသော load contact မှာ NEMA size 00 ဖြစ်ပြီး ညာဘက်ခြမ်းမှ load contact မှာ IEC size 00 ဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၅.၄၁ ဘယ်ဖက်ခြမ်းတွင် ဖော်ပြထားသော IEC 00 starter ၏ load contact တို့သည် ညာဖက်တွင်ဖော်ပြထားသော pin ၈ ခုပါ control relay ၏ auxiliary contact များအောက် သေးငယ်သည်ကို ပြသထားပုံ

လျှပ်စီးပမာဏ လိုအပ်ချက်များ

ပြန်လှန်လျှပ်စီးအသုံးပြုသော relay သို့မဟုတ် contactor ၏ ကွိုင်အား energize လုပ်ရာတွင် armature အား hold လုပ်ထားခြင်းထက် ဆွဲရန်အတွက် လျှပ်စီး ပိုမိုလိုအပ်ပါသည်။ ထိုသို့ဖြစ်ရခြင်းမှာ air gap ကြောင့်ဖြစ်သော inductive reactance ပြောင်းလဲမှုကြောင့် ဖြစ်ပါသည် (ပုံ ၅.၄၉)။ relay တစ်ခုသည် turn off ဖြစ်ချိန်တွင် ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော pole piece နှင့် armature အကြားတွင် ကြီးမားသော air gap ကိုဖြစ်စေပါသည်။ ယင်း air gap ကြောင့် သံလိုက်လျှပ်စီးပတ်လမ်း အားနည်းမှုဖြစ်ပေါ်ကာ inductive reactance (X_L) တန်ဘိုးသည်လည်း နိမ့်ပါးသော အုမ်းတန်ဘိုးဖြစ်စေပါသည်။ ကွိုင်ပြုလုပ်သော ဝါယာတွင်ခုခံမှု အချို့ရှိသော်လည်း inductor တစ်ခုအတွက် လျှပ်စီးကို ကန့်သတ်သော အဓိက အချက်မှာ inductive reactance သာလျှင်ဖြစ်ပါသည်။ ကွိုင် energize ဖြစ်ပြီးနောက်တွင် armature သည် ပုံသေဖြစ်နေသော pole piece နှင့်ထိသွားကာ ယင်းအခြေအနေတွင် armature နှင့် pole piece တို့အကြားတွင် သေးငယ်သော air gap သာရှိပါသည်။ ယင်း သေးငယ်သော air gap သည် သံလိုက်လျှပ်စီးပတ်လမ်းအား ပိုမိုကောင်းမွန်စေကာ inductive reactance အား တိုးတက်စေပြီး လျှပ်စီးအား လျော့ကျစေပါသည်။ အညစ်အကြေး သို့မဟုတ် အခြားသော ပြင်ပအရာများသည် armature အား pole piece နှင့် ထိကပ်စေမှုအား တားဆီးကြသည်ဖြစ်ကာ ကွိုင်လျှပ်စီးအား ပုံမှန်ထက် ပိုမို မြင့်မားစေခြင်းကြောင့် အပူလွန်ကဲမှုအား ဖြစ်စေနိုင်ခြင်းနှင့် နောက်ဆုံးတွင်ကွိုင် လောင်ကျွမ်းသွားခြင်းတို့ ဖြစ်ပေါ်စေနိုင်ပါသည်။

တိုက်ရိုက်လျှပ်စီးအသုံးပြုသော relay များနှင့် contactor များသည် ကွိုင်တည်ဆောက်ရာတွင် လျှပ်စီးအားကန့်သတ်နိုင်စေရန်အတွက် အသုံးပြုသော ဝါယာ၏ ခုခံမှုအပေါ်တွင် များစွာတည်မှီနေပါသည်။ ထိုအချက်ကြောင့် ဒီစီ relay နှင့် contactor တို့၏ ကွိုင်သည် အေစီ relay များနှင့် ယှဉ်လျှင် ခုခံမှု မြင့်မားနေစေရပါမည်။ ကြီးမားသော တိုက်ရိုက်လျှပ်စီး contactor များအား မကြာခဏ ဆိုသလို ကွိုင်တစ်ခုအစား ကွိုင်နှစ်ခုဖြင့် တပ်ဆင်သုံးစွဲကြပါသည် (ပုံ ၅.၅၀)။ contactor သည် energize ဖြစ်သွားစဉ်တွင် pole piece တွင် ပြင်းထန်သော သံလိုက်စက်ကွင်းတစ်ခုဖြစ်ပေါ်စေရန် ကွိုင်အား အပြိုင်တပ်ဆင်ထားပါသည်။ ပြင်းထန်သော စက်ကွင်းသည် armature အား ဆွဲရန်အတွက် ဆွဲဆောင်အား ရရှိရန် လိုအပ်ပါသည်။ armature အား ဆွဲပြီးသည်နှင့် အလွန်အားနည်းသော သံလိုက်စက်ကွင်းသည် armature အား နေသားတကျဖြစ်အောင် hold လုပ်ထားပါသည်။ armature close ဖြစ်သွားချိန်တွင် switch

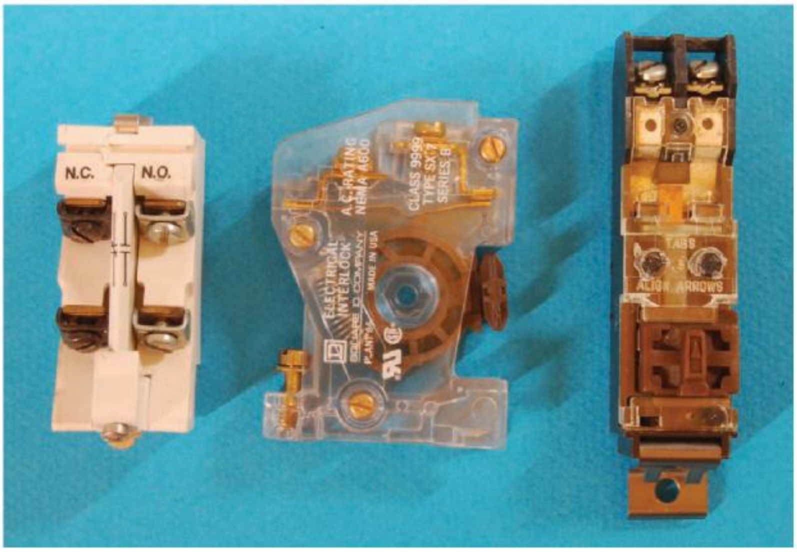
တစ်ခုသည် ကွိုင်တစ်ခုအား disconnect လုပ်ခြင်းဖြင့် contactor သို့ စီးဆင်းမည့် လျှပ်စီးအား လျှော့ကျစေပါသည်။

IEC MOTOR STARTERS (60 HZ)

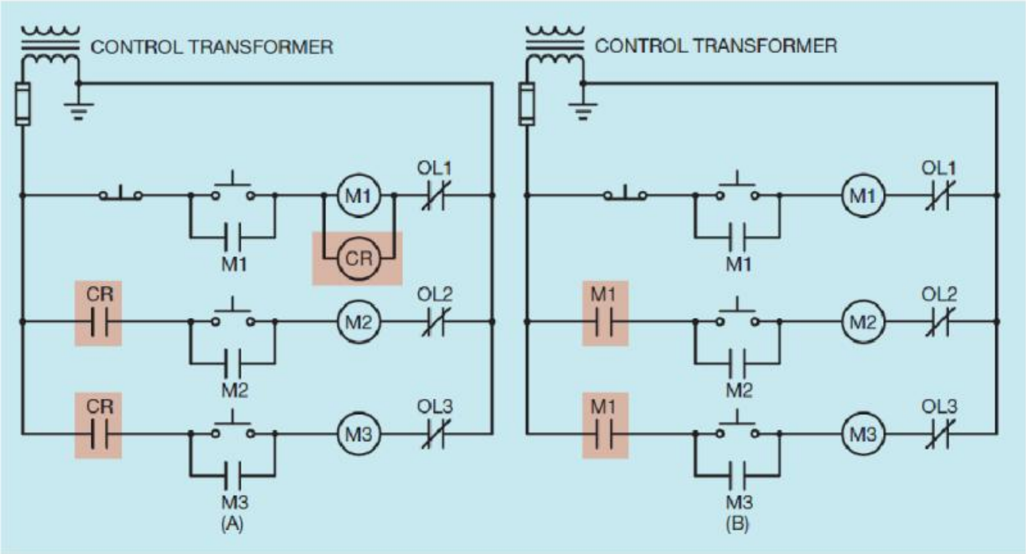
SIZE	MAX AMPS	MOTOR VOLTAGE	MAX. HORSEPOWER SINGLE PHASE	MAX. HORSEPOWER THREE PHASE
A	7	115	1/4	
		200		1 1/2
		230	1/2	1 1/2
		460		3
		575		5
B	10	115	1/2	
		200		2
		230	1	2
		460		5
		575		7 1/2
C	12	115	1/2	
		200		3
		230	2	3
		460		7 1/2
		575		10
D	18	115	1	
		200		5
		230	3	5
		460		10
		575		15
E	25	115	2	
		200		5
		230	3	7 1/2
		460		15
		575		20
F	32	115	2	
		200		7 1/2
		230	5	10
		460		20
		575		25
G	37	115	3	
		200		7 1/2
		230	5	10
		460		25
		575		30
H	44	115	3	
		200		10
		230	7 1/2	15
		460		30
		575		40
J	60	115	5	
		200		15
		230	10	20
		460		40
		575		40
K	73	115	5	
		200		20
		230	10	25
		460		50
		575		50
L	85	115	7 1/2	
		200		25
		230	10	30
		460		60
		575		75

SIZE	MAX AMPS	MOTOR VOLTAGE	MAX. HORSEPOWER SINGLE PHASE	MAX. HORSEPOWER THREE PHASE
M	105	115	10	
		200		30
		230	10	40
		460		75
		575		100
N	140	115	10	
		200		40
		230	10	50
		460		100
		575		125
P	170	115		
		200		50
		230		60
		460		125
		575		125
R	200	115		
		200		60
		230		75
		460		150
		575		150
S	300	115		
		200		75
		230		100
		460		200
		575		200
T	420	115		
		200		125
		230		125
		460		250
		575		250
U	520	115		
		200		150
		230		150
		460		350
		575		250
V	550	115		
		200		150
		230		200
		460		400
		575		400
W	700	115		
		200		200
		230		250
		460		500
		575		500
X	810	115		
		200		250
		230		300
		460		600
		575		600
Z	1215	115		
		200		450
		230		450
		460		900
		575		900

ပုံ ၅.၄၂ ၆၀ ဟတ်ဇ် လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် အသုံးပြုသော IEC မော်တာ starter များအား ယင်းတို့၏ အရွယ်အစား၊ မြင်းကောင်ရေ ပမာဏ နှင့် ဗို့အားအရ ဖော်ပြထားပုံ

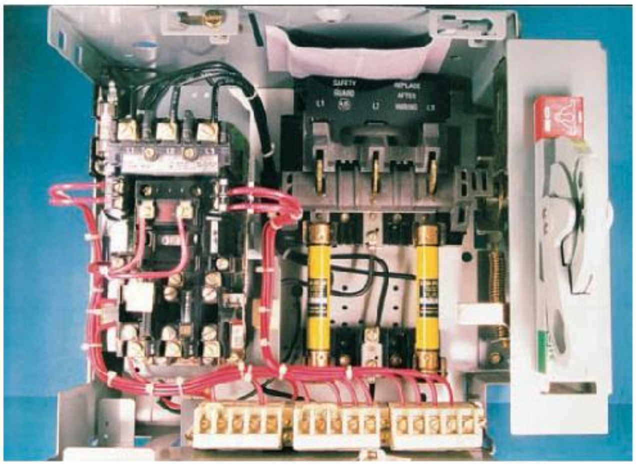


ပုံ ၅.၄၃ မော်တာ starter များနှင့် contactor များတွင် auxiliary contact အတွဲများကို ထပ်မံထည့်သွင်းနိုင်ပါသည်။



ပုံ ၅.၄၄ မော်တာ starter တွင် auxiliary contact များအား ထပ်ဆောင်းတပ်ဆင်ခြင်းအားဖြင့် control relay များအား တစ်ခါတစ်ရံ အသုံးမပြုကြပါ။

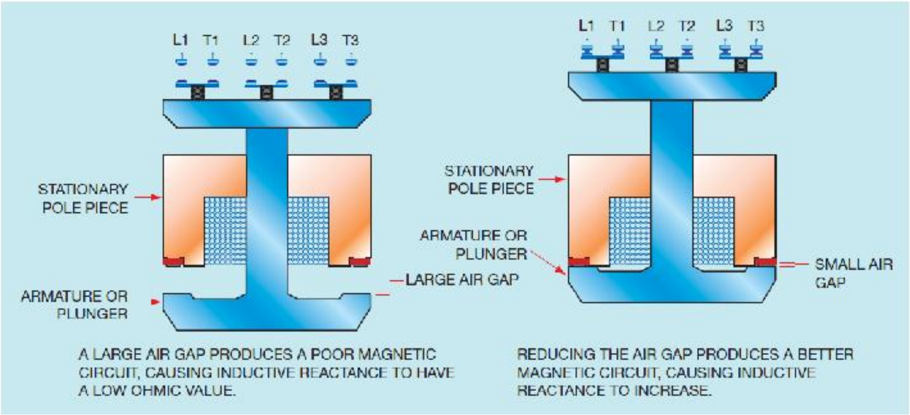
ပုံ ၅.၄၅ auxiliary contact များ ထပ်ဆောင်းပါရှိသော မော်တာ starter



ပုံ ၅.၄၇ fuse disconnect ပါရှိသော combination starter ဖြစ်ကာ motor control center (MCC) တွင် အသုံးပြုရန် ရည်ရွယ်ပါသည်။ ယခု မော်ဂျူးတွင် fuse နှစ်လုံးပါရှိလာသည်ကို သတိပြုမိသင့်ပါသည်။ phase တစ်ခုအား ground ချထားသည့် delta ပုံစံ ချိတ်ဆက်ထားသော ဓါတ်အားစံနစ်အတွက် ground ချထားသော conductor တွင် fuse တပ်ဆင်ရန် မလိုအပ်ပေ။

ပုံ ၅.၄၆ fuse disconnect ပါရှိသော combination starter တစ်ခု၊ control transformer၊ push-button များနှင့် မော်တာ starter

ပုံ ၅.၄၈ မော်တာ control center

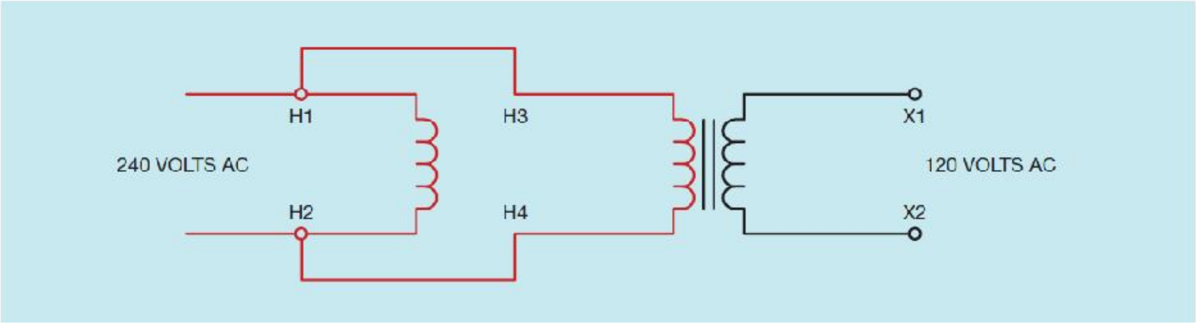


ပုံ ၅.၄၉ air gap အရွယ်အစားသည် solenoid ၏ inductive reactance အပေါ်တွင် လွှမ်းမိုးမှုရှိပါသည်။

အခန်း ၆

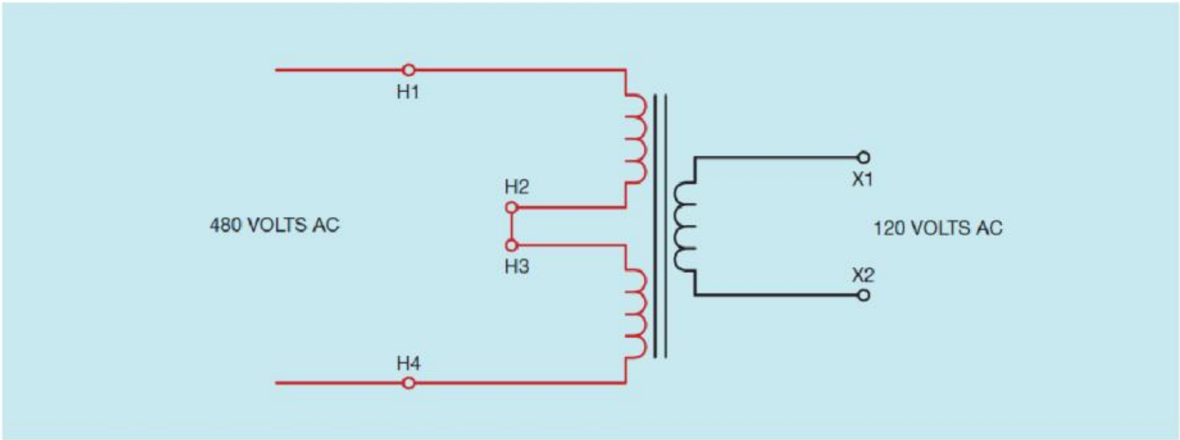
Control Transformer များ

စက်မှုလုပ်ငန်းသုံး မော်တာ အတော်တော်များများသည် ဗို့အား ၂၄၀မှ ၄၈၀ အတွင်း ဖြင့်သာ operate လုပ်ကြပါသည်။ သံလိုက်အားသုံး control စံနစ်တို့မှာမူ ၁၂၀ ဗို့အားဖြင့် operate လုပ်ကြပါသည်။ control transformer တစ်လုံးအား ၂၄၀ သို့မဟုတ် ၄၈၀ ဗို့အားမှ control system တွင် အသုံးပြုနိုင်စေရန် ၁၂၀ ဗို့သို့ လျော့ချပေးရပါသည်။ control transformer နှင့်ပတ်သက်၍ အထူးအဆန်းလုပ်ကာ မပြောလိုသော်လည်း ယင်းတွင် primary winding နှစ်ခုပါရှိပြီး secondary winding တစ်ခုသာပါရှိပါသည်။ primary winding တစ်ခုစီအား ၂၄၀ ဗို့အားသတ်မှတ်ထားကာ secondary winding ကိုမူ ၁၂၀ ဗို့အား သတ်မှတ်ထားပါသည်။ ဆိုလိုသည်မှာ primary winding တစ်ခုစီနှင့် secondary winding တို့အကြားတွင် အပတ်ရေ အချိုး ၂း၁ ရှိသည်ဟု ဆိုလိုပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် primary winding တစ်ခုစီတွင် ဂါယာအပတ်ရေ ၂၀၀ ပတ်ထားပြီး secondary winding တွင်မူ ဂါယာအပတ်ရေ ၁၀၀ ပတ်ထားသည်ဟု ယူဆနိုင်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် secondary ဘက်ခြမ်းတွင်ရှိ ဂါယာတစ်ပတ်အတွက် primary ဘက်ခြမ်းတွင် ရှိသော winding တွင် ဂါယာနှစ်ပတ်ပါရှိနေပါသည်။



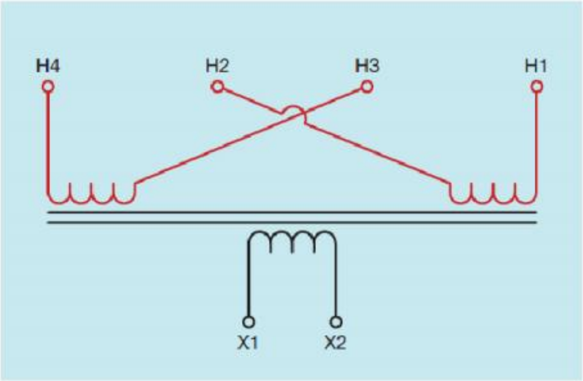
ပုံ ၆.၁ primary များအား ၂၄၀ ဗို့တွင် အသုံးပြုနိုင်စေရန် အပြိုင်ဆက်သွယ်ထားပုံ

control transformer ၏ primary winding တစ်ခုအား H1 နှင့် H2 ဟုအညွှန်းလေဘယ် သတ်မှတ်ပါသည်။ အခြားသော primary winding ကိုမူ H3 နှင့် H4 အဖြစ် သတ်မှတ်ပါသည်။ secondary winding ကိုမူ X1 နှင့် X2 ဟု အညွှန်းလေဘယ် သတ်မှတ်ပါသည်။ transformer အား ၂၄၀ ဗို့မှ ၁၂၀ဗို့သို့ လျော့ချလိုပါက primary winding နှစ်ခုအား ပုံ ၆.၁ တွင်ပြသထားသည့်အတိုင်း အပြိုင်ချိတ်ဆက်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ မှတ်သားရန်မှာ ပုံ ၆.၁ တွင် H1 နှင့် H3 တို့၏ အစွန်းများသည် အတူဆက်နေကာ H2 နှင့် H4 တို့သည်လည်း အတူတကွ ဆက်လျှက်ရှိနေကြပါသည်။ primary winding တစ်ခုစီအားပေးပို့သော ဗို့အား သည် အတူတူဖြစ်သောကြောင့် primary winding တစ်ခုတည်းတွင် ဂါယာ အပတ်ရေ ၂၀၀ ရှိသည်နှင့် သဘောအတူတူပင်ဖြစ်ပေသည်။ ဆိုလိုသည်မှာ transformer အား ယင်းသို့ဆက်သွယ်ရာတွင် အပတ်ရေ အချိုးသည် ၂း၁ ရှိပေမည်။ ၂၄၀ဗို့အား primary winding နှင့် ချိတ်ဆက်ရာတွင် secondary winding တွင် ၁၂၀ ဗို့ဖြစ်နေပေမည်။ အကယ်၍ transformer အား ၄၈၀ ဗို့မှ ၁၂၀ဗို့သို့ လျော့ချလိုပါက ပုံ ၆.၂ တွင်ပြထားသည့်အတိုင်း primary winding များအား တန်းဆက်ဆက်ရပေမည်။ winding များအား တန်းဆက် ဆက်သွယ်သည့်အတွက် primary winding တွင်ဂါယာအပတ်ရေ ၄၀၀ ဖြစ်သွားခြင်းကြောင့် အပတ်ရေ အချိုးအား ၄း၁ ဖြစ်သွားစေပါသည်။ primary winding အား ၄၈၀ ဗို့ဖြင့် ချိတ်ဆက်သောအခါတွင် secondary winding တွင် ဗို့အား ၁၂၀ အား ရရှိစေပါသည်။

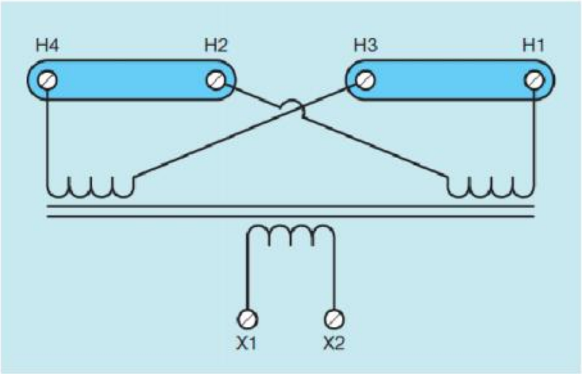


ပုံ ၆.၂ primary များအား တန်းဆက် ဆက်ကာ ၄၈၀ ဗို့တွင် အသုံးပြုနိုင်ရန် ဆက်သွယ်ထားပုံ

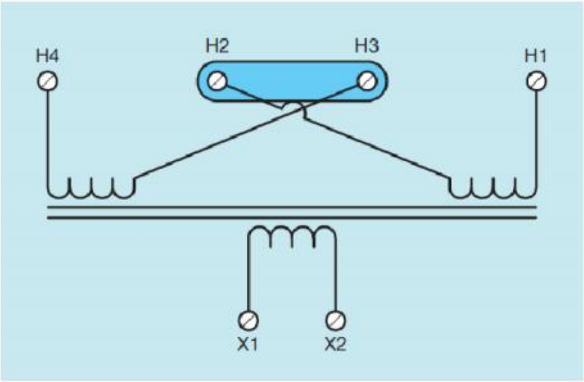
control transformer တို့၏ primary နှင့် secondary အစွန်းများတို့တွင် ယေဘုယျအားဖြင့် screw terminal များ ပါရှိပါသည်။ H2 နှင့် H3 တို့၏ အစွန်းများအား ကြက်ခြေခတ်ထားခြင်းဖြင့် primary winding အား ဆက်သွယ်ရာတွင် ပိုမိုလွယ်ကူစေပါသည် (ပုံ ၆.၃)။ ဥပမာအားဖြင့် transformer အား ၂၄၀ဗို့ဖြင့် ချိတ်ဆက်သုံးစွဲမည်ဆိုပါက primary winding နှစ်ခုအား ပုံ ၆.၁ တွင်ပြသထားသည့်အတိုင်း အပြိုင်ချိတ်ဆက်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ထိုသို့ transformer တွင် ချိတ်ဆက်မှုပြုရာတွင် metal link တစ်ခုအား H1 နှင့် H3 အစွန်းတို့အားဆက်သွယ်စေကာ အခြားသော metal link အား H2 နှင့် H4 တို့တွင်ပုံ ၆.၄ အတိုင်း ချိတ်ဆက်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၆.၃ primary ထိပ်စွန်းများအား crossed လုပ်ထားပုံ

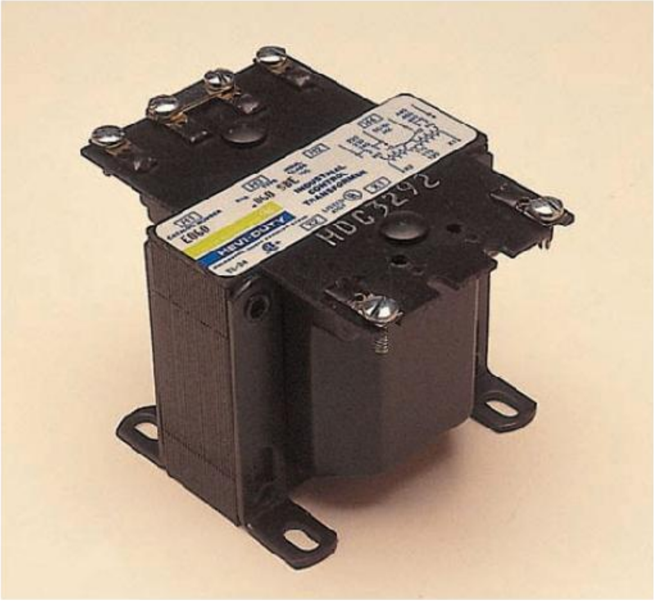


ပုံ ၆.၄ metal link အား အသုံးပြုကာ ၂၄၀ ဗို့အား ဆက်သွယ်ထားပုံ



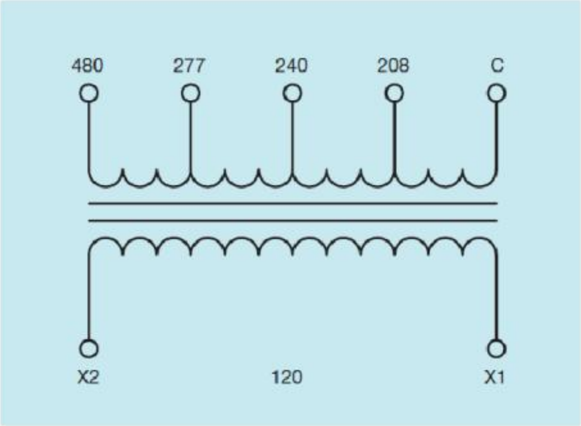
ပုံ ၆.၅ metal link အား အသုံးပြု၍ ၄၈၀ ဗို့အတွက် ဆက်သွယ်ထားပုံ

transformer အား ၄၈၀ ဗို့အားတွင် operation လုပ်မည်ဆိုပါက primary winding အား ပုံ ၆.၂ တွင်ပြထားသည့်အတိုင်း ဆက်သွယ်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ထိုသို့သော ဆက်သွယ်မှုအား control transformer တွင် metal link အား အသုံးပြု၍ H2 နှင့် H3 တို့အား ပုံ ၆.၅ အတိုင်း ဆက်သွယ်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ စံပြု control transformer တစ်လုံးအား ပုံ ၆.၆ တွင် ပြသထားပါသည်။



ပုံ ၆.၆ control transformer တစ်လုံး

အချို့သော control transformer တို့တွင် သီးခြား winding နှစ်ခုအစား tap များစွာပါဝင်သော primary အနေဖြင့် ရှိတတ်ပါသည် (ပုံ ၆.၇)။ ယခုဥပမာတွင်ပြသထားသော transformer သည် ၄၈၀ဗို့၊ ၂၇၇ ဗို့၊ ၂၄၀ ဗို့ တို့မှ ၁၂၀ ဗို့အားသို့ နိမ့်ချရန် ဒီဇိုင်း ထုတ်ထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၆.၇ primary winding တွင် tap များစွာပါဝင်သော control transformer

Power Rating

Control transformer တစ်လုံး၏ power rating သည် ယေဘုယျအားဖြင့် ၀.၇၅ ကီလိုဗို့-အမ်ပီယာ သို့မဟုတ် ၇၅ ဗို့-အမ်ပီယာ မှသည် ၁ကီလိုဗို့-အမ်ပီယာ သို့မဟုတ် ၁၀၀၀ ဗို့-အမ်ပီယာ အထိရှိတတ်ပါသည်။ rating အားဖော်ပြရာတွင် ဗို့-အမ်ပီယာ အားဖြင့်သာဖော်ပြပြီး ဝပ်ဖြင့် ဖော်ပြမှုမပြုပေ။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် transformer တို့သည် ယေဘုယျအားဖြင့် power supply ပြုရာတွင် relay တို့၏ ကွိုင်များ နှင့် မော်တာ starter (ပုံ ၆.၈) အစရှိသည့် inductive device များအား operate လုပ်ရန်အတွက်ကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။ ဗို့-အမ်ပီယာ rating သည် transformer တစ်လုံးမှ control device များအား operating လုပ်နိုင်စေရန် ထုတ်ပေးနိုင်သော လျှပ်စီးပမာဏ အား ညွှန်းဆိုပါသည်။ transformer တစ်လုံးမှ ထုတ်ပေးနိုင်သော အမြင့်ဆုံးလျှပ်စီးပမာဏအား ဆုံးဖြတ်နိုင်ရန် ဗို့-အမ်ပီယာ rating အား secondary ဗို့အားဖြင့် စားခြင်းဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။ ပုံ ၆.၈ တွင် ပြသထားသော transformer သည် ၂၅၀ ဗို့-အမ်ပီယာ power rating ရှိပါသည်။

secondary ဗို့အားသည် ၁၂၀ ဗို့ဖြစ်သောကြောင့် အမြင့်ဆုံး secondary လျှပ်စီးသည် ၂.၀၈ အမ်ပီယာဖြစ်ပါသည်။

$$I = \frac{VA}{E}$$

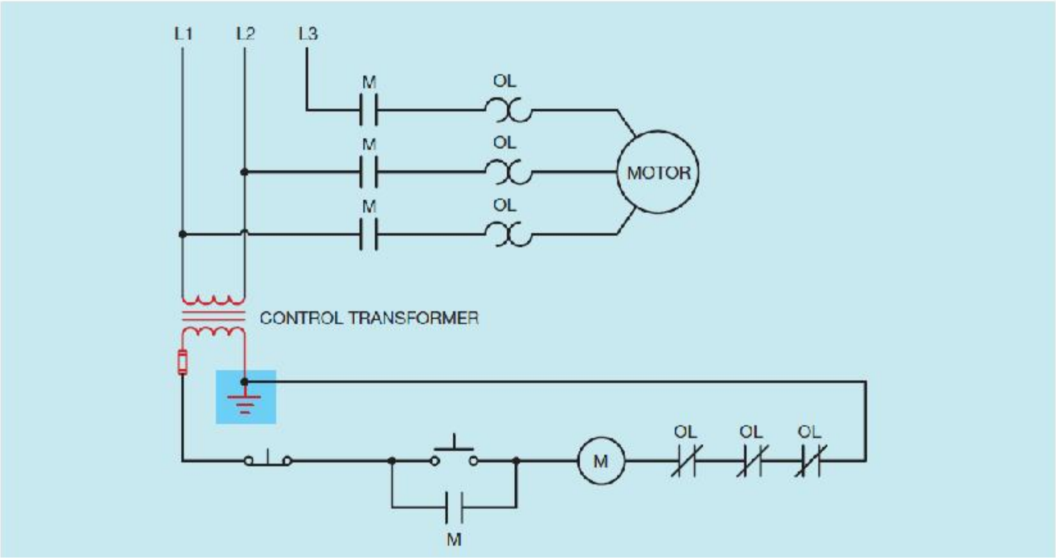
$$I = \frac{250}{120} = 2.08A$$

ပုံ ၆.၈ transformer တစ်လုံး၏ power rating အား ဗို့-အမ်ပီယာဖြင့် မှတ်တမ်းပြုထားပုံ

Single motor starter တစ်ခုအား operate လုပ်ရန်အတွက် ရည်ရွယ်ထားသော control transformer တစ်လုံးသည် rating အားဖြင့် ၇၅ မှ ၁၀၀ ဗို့-အမ်ပီယာ အတွင်းရှိရပေမည်။ relay cabinet တစ်ခုလုံးသို့ power supply ပေးမည့် transformer မှာမူ ပါဝင်သော ပစ္စည်းအရေအတွက်နှင့် ယင်းတို့သုံးစွဲမည့် လျှပ်စီးပမာဏပေါ်မူတည်ကာ rating ပိုမို ကြီးပေမည်။

Grounded and Floating Control System များ

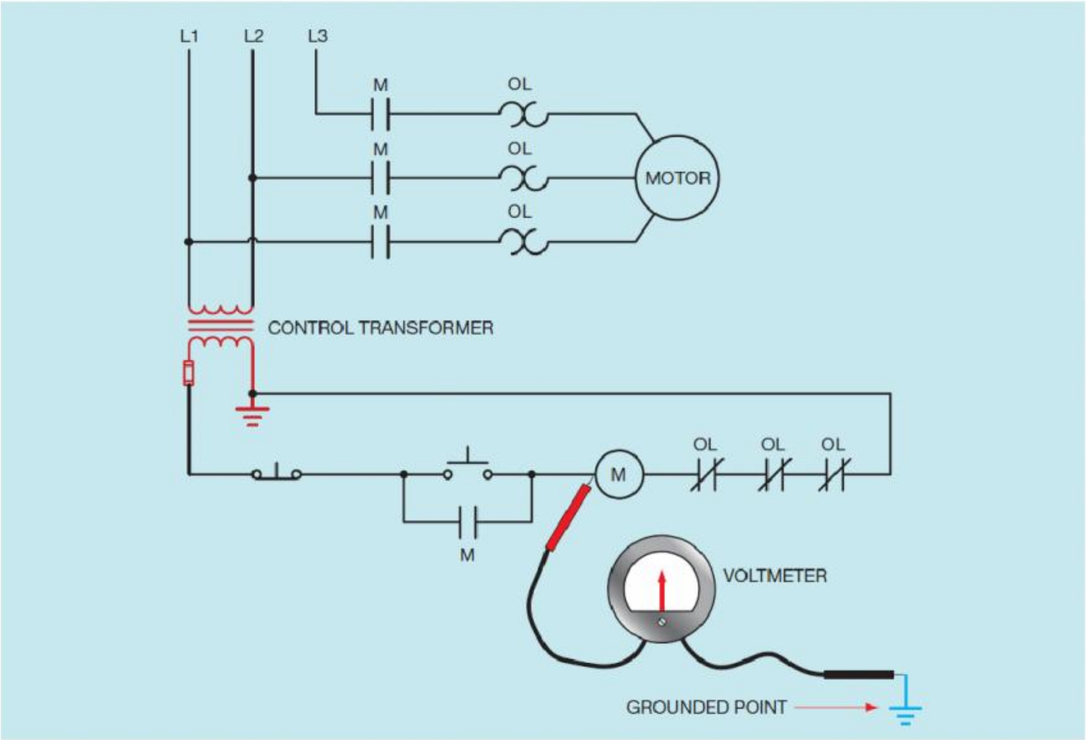
Control transformer ၏ Secondary winding ဘက်ခြမ်းမှ တစ်ဘက်စွန်းအား အမြဲလိုလို မြေခါတ်ချလေ့ရှိပါသည် (ပုံ ၆.၉)။ ထိုသို့ပြုလုပ်ခဲ့ပါက ယင်း control system အား grounded system ဟုခေါ်ပါသည်။ စက်ရုံ အလုပ်ရုံ တော်တော်များများတွင် control system အား မြေခါတ်ချလေ့ရှိကာ အသုံးများသောလုပ်ငန်းစဉ်တစ်ခုလည်းဖြစ်ပါသည်။ ထိုသို့ မြေခါတ်ချခြင်းဖြင့် ပြဿနာတစ်ခုခုရှိလာခဲ့ပါက troubleshooting လုပ်ရန်အကူအညီရရှိနိုင်သည်ဟု အချို့သော technician တို့မှ ယုံကြည်ကြပါသည်။ control transformer ၏ တစ်ဘက်ခြမ်းအား မြေခါတ်ချခြင်းဖြင့် ဗို့မီတာ၏ အစတစ်ဖက်အား ကြိုက်နှစ်သက်ရာ ground point ဖြင့်ချိတ်ဆက်ကာ ဗို့မီတာ၏ အခြားဘက်စွန်းအား လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်လျောက်ရှိ နေရာများစွာတွင် စမ်းသပ်စစ်ဆေးနိုင်ပါသည် (ပုံ ၆.၁၀)။



ပုံ ၆.၉ transformer ၏ တစ်ဖက်ခြမ်းအား မြေချထားပုံ

သို့သော် control transformer ၏ တစ်ဘက်ခြမ်းအား မြေခါတ်မချပဲလည်း အသုံးများကြပါသည်။ ထိုသို့သုံးစွဲသော စံနစ်အား floating system ဟုခေါ်ဆိုကြပါသည်။ အကယ်၍ ဗို့မီတာ၏ probe တစ်ခုအား grounded point သို့ဆက်သွယ်ကာ တိုင်းတာပါက မီတာမှ ပြသောတန်ဘိုးသည် လျှပ်စီးပတ်လမ်း

တစ်ပတ်မပြည့်သည့်အတွက် အမှားဖြစ်နေမည်ဖြစ်သည် (ပုံ ၆.၁၁)။ impedance မြင့်မားသော ဗို့မီတာများမှာမူ ဗို့အား တစ်ခုအား ပြကောင်းပြနိုင်မည်ဖြစ်သော်လည်း ယင်းတန်ဘိုးသည် မြေကြီးကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သော capacitance တန်ဘိုးကြောင့်နှင့် ပတ်ဂန်းကျင်ရှိ သံလိုက်စက်ကွင်း ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သော induce ဗို့အားတို့ပင်ဖြစ်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် ယင်းကဲ့သို့သော ဗို့အား တို့အား ghost voltage များဟုလည်း ခေါ်ဆိုကြပါသည်။



ပုံ ၆.၁၀ မီတာ probe တစ်ခုအား ကြိုက်နှစ်သက်ရာ ground point တို့ကို ဆက်သွယ်ခြင်းအားဖြင့် ဗို့အားကို တိုင်းတာပုံ

plunger type ဗို့အား စစ်ဆေးသောကရိယာ ကဲ့သို့သော impedance နိမ့်သော မီတာဖြင့် တိုင်းတာပါက မည်သည့်ဗို့အားမျှ ပြမည်မဟုတ်ပေ။ float control system တို့တွင် တိကျသော ဗို့အားတိုင်းတာမှုကို ရရှိစေရန် ဗို့မီတာတစ်လုံး၏ probe အား control transformer ၏ တစ်ဘက်ခြမ်းတွင် ပုံ ၆.၁၂ အတိုင်း

တိုက်ရိုက်ဆက်သွယ်ပါသည်။ grounded နှင့် floating control system တို့သည် အသုံးများသော စံနစ်များဖြစ်သည့်အတွက် ယင်းတို့နှစ်မျိုးစလုံးအား ယခုစာအုပ် တစ်အုပ်လုံးတွင် ရှင်းလင်းရေးသားပါမည်။

Transformer တွင် Fuse တပ်ဆင်သုံးစွဲခြင်း

Control transformer များအား ယေဘုယျအားဖြင့် ဖြူစ် သို့မဟုတ် circuit breaker များအသုံးပြုကာ ကာကွယ်မှုပြုကြပါသည်။ ထိုသို့သော ကာကွယ်မှုအား transformer ၏ primary ဘက်ခြမ်းတွင်ဖြစ်စေ၊ secondary ဘက်ခြမ်းတွင်ဖြစ်စေ ထားရှိနိုင်ကာ အချို့သော စက်ရုံ အလုပ်ရုံများတွင် နှစ်ဘက်ခြမ်းစလုံးတွင် တပ်ဆင်ထားရှိရန် ပိုမိုလိုလားပါသည်။ NEC Section 430.72 (C) တွင် ဖော်တာ control circuit များအတွက် transformer များအား protection ပြုလုပ်ရာတွင် လိုအပ်သောအချက်များအား စာရင်းပြုစုထားပါသည်။ ယင်းအပိုင်းတွင် အခြေခံအားဖြင့် control transformer များ၏ primary လျှပ်စီးသည် ၂ အမ်ပီယာအောက်ငယ်ရမည်ဖြစ်ကာ ယင်းအား ကာကွယ်မှုပြုမည့် ပစ္စည်းအား set လုပ်ရာတွင် primary rated လျှပ်စီး၏ ၅၀၀% ထက်မကျော်လွန်စေရဟု အခြေခံအားဖြင့် ဖော်ပြထားပါသည်။ ထိုသို့ မြင့်မားသော ရာခိုင်နှုန်းလိုအပ်ရခြင်းမှာ transformer တွင် မြင့်မားသော inrush current ဖြစ်ပေါ်နိုင်ခြင်းကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။ transformer ၏ rated လျှပ်စီးအား transformer ၏ ဗို့-အမ်ပီယာ rating အား primary ဗို့အားဖြင့် စားခြင်းဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။

ဥပမာ

၂၄၀ ဗို့အားဖြင့် ချိတ်ဆက်ထားသော rated ၃၀၀ ဗို့-အမ်ပီယာ ရှိသော control transformer တစ်လုံး၏ primary winding အား ကာကွယ်မှုပြုရန် အမြင့်ဆုံး မည်သည့်အရွယ်အစားမျှရှိသော ဖြစ်အား ခွင့်ပြုသင့်သနည်း။

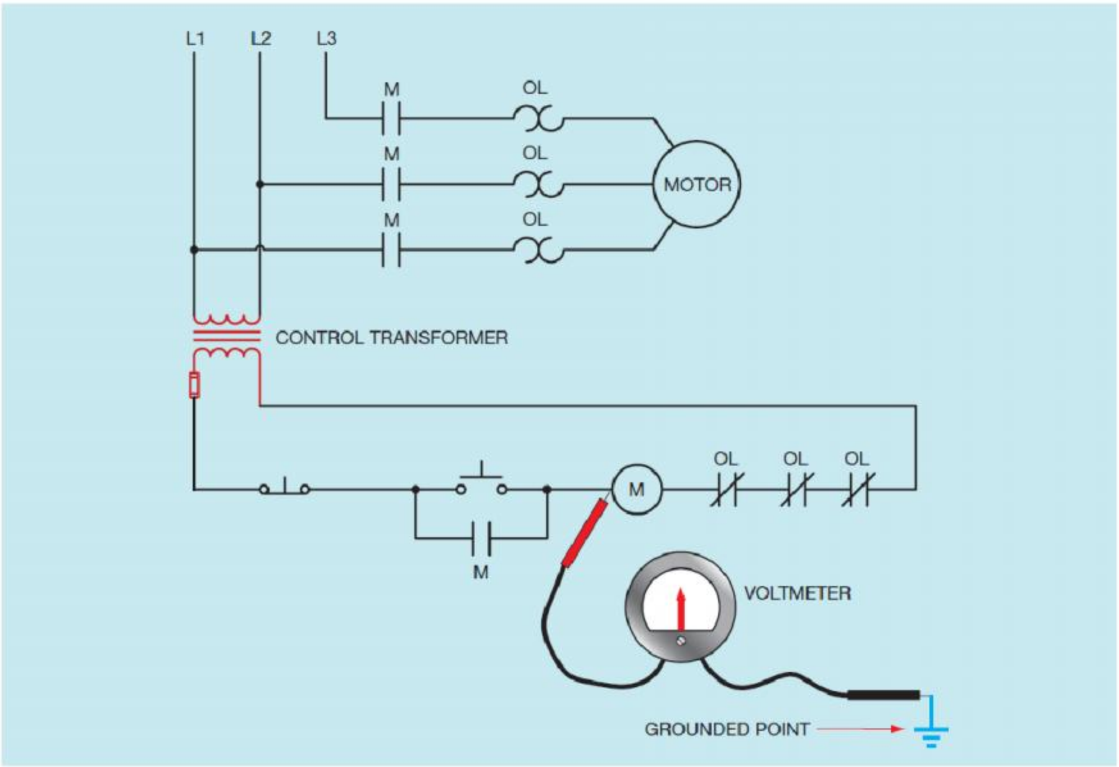
$$I = \frac{VA}{E}$$

$$I = \frac{300}{240} = 1.25A$$

ဖြစ် အရွယ်အစား = ၁.၂၅ x ၅ = ၆.၂၅ အမ်ပီယာ

NEC Section 240.6 တွင် စံပြု ဖြစ်အရွယ်အစားအား ၆ အမ်ပီယာဟု ပြဆိုထားခြင်းကြောင့် ၆ အမ်ပီယာဖြစ်အား အသုံးပြုရန် ရွေးချယ်ပါမည်။

NEC Section 430.72 (C)(2) တွင် ဖြစ်အသုံးပြုကာ ကာကွယ်မှုပြုခြင်းသည် 450.3 တွင်ခွင့်ပြုထားသည် တို့နှင့် ကိုက်ညီရမည်ဟု ဖော်ပြထားပါသည်။ ယင်း အပိုင်းတွင် ၆၀၀ ဗို့ သို့မဟုတ် ယင်းတို့ထက်နိမ့်သော transformer များအား primary protection ပြုလုပ်မှုအား NEC ဇယား 430.3 (B) ဖြင့် ဆုံးဖြတ်နိုင်ပါသည်။ ယင်းဇယားတွင် rated လျှပ်စီး၏ ၃၀၀% မျှအထိအား ညွှန်ပြထားပါသည်။

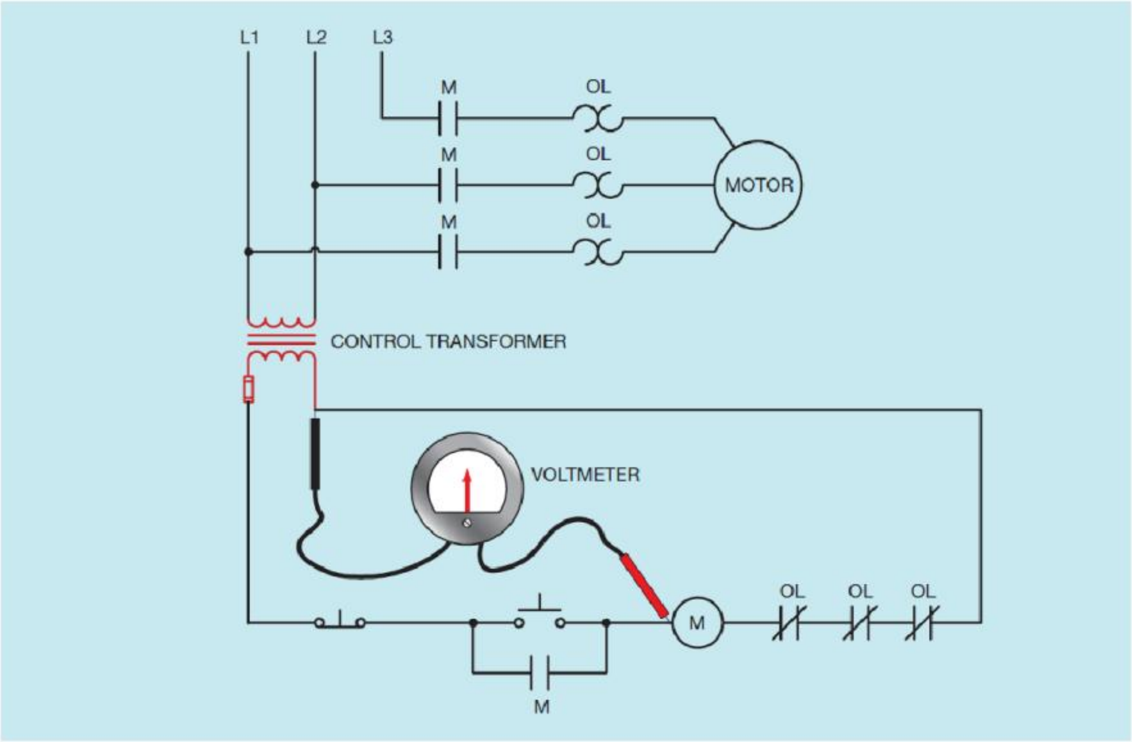


ပုံ ၆.၁၁ control transformer တစ်လုံး၏ တစ်ဖက်ခြမ်းအား ground ချမထားသော floating control system. Volt meter တစ်လုံး၏ probe အား ground point သို့ဆက်သွယ်သော်လည်း လျှပ်စီးပတ်လမ်းပြည့် မရှိသည့်အတွက် မည်သို့မျှ အကြောင်းမထူးပေ။

Secondary ဖြစ်အရွယ်အစားအား NEC ဇယား 430.3 (B) ဖြင့်ပင် ဆုံးဖြတ်ရွေးချယ်နိုင်ပါသည်။ ယင်းဇယားတွင် ၉ အမ်ပီယာအောက်ငယ်သော လျှပ်စီးပမာဏရှိသည့် transformer secondary အား ဖြစ်အသုံးပြုကာ ကာကွယ်မှုပြုရန်အတွက် rated secondary လျှပ်စီး၏ ၁၆၇% အထိအား ညွှန်ပြထားပါသည်။ control ဗို့အားအား ၁၂၀ ဗို့ဟု ယူဆပါက ပြီးခဲ့သည့် ဥပမာမှ transformer ၏ rated secondary လျှပ်စီးသည် ၂.၅ အမ်ပီယာ (၃၀၀/၁၂၀) ဖြစ်ပေမည်။ ဖြစ်အရွယ်အစားမှာ ၂.၅ x ၁.၆၇ = ၄.၁၇၅ အမ်ပီယာဖြစ်ပေမည်။

အနီးဆုံး စံပြု ဖြစ် အရွယ်အစား အား 240.6 တွင် ထိုတန်ဘိုးထက် မကျော်လွန်သော တန်ဘိုးမှာ ၃ အမ်ပီယာဖြစ်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် secondary ဖြစ်အား အရွယ်အစားသတ်မှတ်ရာတွင် secondary ဘက်ခြမ်းသည် primary ဘက်ခြမ်းလောက် inrush လျှပ်စီးဖြစ်ပေါ်ရန် အခြေအနေမရှိသည့်အတွက် rated

လျှပ်စီးအောက်နိမ့်သော ရာခိုင်နှုန်းဖြင့် သာ set လုပ်နိုင်ပါသည်။ primary နှင့် secondary ဘက်ခြမ်းတို့အား ဖြစ်အသုံးပြုကာ ကာကွယ်မှုပြုခြင်းသည် အသုံးများသည့်အတွက် ယခုစာအုပ်မှ control circuit တိုင်းတွင် ပြသထားမည်ဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၆.၁၂ မီတာ probe တစ်ခုအား transformer ၏ တစ်ဖက်ခြမ်းတွင် တိုက်ရိုက်ဆက်သွယ်ခြင်းအားဖြင့် floating control system တစ်ခုအား တိကျသော တိုင်းတာမှုအဖြေကို ရရှိစေပါသည်။

အခန်း ၇

အချိန် သတ်မှတ်ပေးသည့် Timing Relay များ

ကြာမြင့်ချိန် (time delay) relay များအား ယေဘုယျအားဖြင့် နှစ်မျိုးခွဲခြားနိုင်ကာ on-delay နှင့် off-delay တို့ဖြစ်ကြပါသည်။ on-delay relay များအား DOE ဟုညွှန်းဆိုကြကာ ဆိုလိုသည်မှာ "Delay On Energize" ဟူ၍ဖြစ်ပါသည်။ off-delay relay များကိုမူ DODE ဟု ညွှန်းဆိုကြကာ ဆိုလိုသည်မှာ "Delay On De-Energize" ဟူ၍ဖြစ်ပါသည်။

Timer relay တို့သည် အခြားသော control relay များနည်းတူ coil ကိုအသုံးပြုကာ အခြားသော contact အချို့အား control လုပ်ပါသည်။ control relay နှင့် timer relay တို့၏ ကွဲပြားချက်မှာ timer relay တို့၏ contact များသည် coil တစ်ခု energize သို့မဟုတ် de-energize လုပ်ချိန်တို့တွင် ယင်းတို့၏ position ပြောင်းသွားမှုတွင် delay ရှိနေခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။ on-delay timer တစ်ခု၏ coil အား power ပေးလိုက်ချိန်တွင် contact များသည် position ပြောင်းရန်အတွက် အတိုင်းအတာတစ်ခုမျှသော delay တစ်ခုကြာလေသည်။ ဥပမာအားဖြင့် timer အား အချိန် ၁၀စက္ကန့် delay ဖြင့် set လုပ်ထားသည်ဟု ယူဆခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ထို့အတူ contact အားလည်း normally open ဖြစ်သည်ဟု ယူဆထားရပါမည်။

On-delay timer တစ်ခု၏ coil အား ဗို့အားတစ်ခုဖြင့် ချိတ်ဆက်လိုက်သောအခါတွင် contact များသည် open အနေအထားတွင် ၁၀စက္ကန့် ရှိနေမည်ဖြစ်ပြီးနောက်တွင်မှ close ဖြစ်ပေမည်။ ဗို့အားကို ဖြတ်တောက်ဖယ်ရှားလိုက်သောအခါတွင် coil သည် de-energize ဖြစ်ခြင်းကြောင့် contact သည် မူလ open ဖြစ်နေသောအခြေအနေသို့ အလျှင်အမြန် ပြန်လည် ပြောင်းလဲရောက်ရှိသွားပေမည်။ on-delay တစ်ခု၏ contact သင်္ကေတအား ပုံ ၇.၁ တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။

Off-delay timer တစ်လုံး၏ အလုပ်လုပ်ပုံသည် on-delay timer တစ်လုံး အလုပ်လုပ်ပုံနှင့် ဆန့်ကျင်ဖက်ဖြစ်ပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် timer တစ်ခုအား delay အနေဖြင့် ၁၀ စက္ကန့်မျှ set လုပ်ထားသည်ဟု ယူဆထားကာ contact သည်လည်း normally open ဖြစ်နေသည်ဟု ယူဆကြပါမည်။

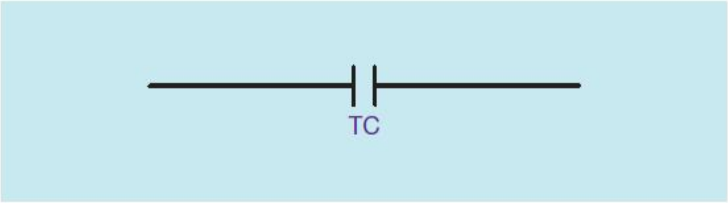
off-delay timer တစ်ခု၏ coil အား ဗို့အားတစ်ခုဖြင့် ချိတ်ဆက်မည်ဆိုပါက contact သည် open အနေအထားမှ close အနေအထားဆီသို့ အလျှင်အမြန် ပြောင်းလဲသွားပါမည်။ coil သည် de-energize ဖြစ်သွားသော်လည်း contact သည် close အနေအထားတွင် ၁၀စက္ကန့်မျှ ပြန်လည် open မဖြစ်မီအထိ ဆက်လက်ရှိနေပေမည်။ off-delay အတွက် contact သင်္ကေတ အား ပုံ ၇.၂ တွင်ပြသထားပါသည်။ time delay relay များအား normally open၊ normally closed သို့မဟုတ် contact များအား normally open နှင့် normally close တို့အား ပေါင်းစပ်ထားသောပုံစံမျိုးတို့ဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။ ပုံ ၇.၁ နှင့် ပုံ ၇.၂ တွင် contact သင်္ကေတများသည် on-delay နှင့် off-delay တို့အတွက် NEMA မှ စံပြုထားသော သင်္ကေတများဖြစ်သော်လည်း အချို့သော control scheme များအတွက် time contact များအား ဖော်ပြရာတွင် မတူကွဲပြားသော နည်းများကိုလည်း အသုံးပြုကြပေမည်။

ပုံ ၇.၁ on-delay normally open နှင့် normally closed ဖြစ်နေသော contact များ

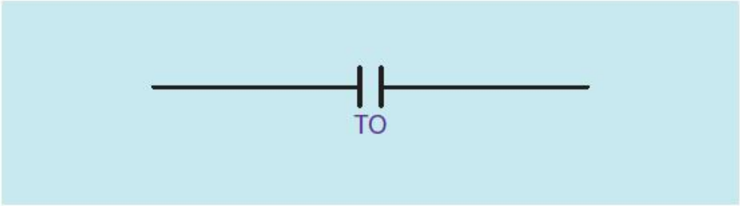
ပုံ ၇.၂ off-delay normally open နှင့် normally closed ဖြစ်နေသော contact များ

အတိုကောက်အနေဖြင့် TO နှင့် TC တို့အား အခြားသော control schematic တို့တွင်အသုံးပြုကာ time-operated contact ကို ညွှန်ပြရန်ဖြစ်ပါသည်။ TO မှာ time opening ကိုရည်ညွှန်းကာ TC မှာမူ time closing ကို ရည်ညွှန်းပါသည်။ ယင်း အတိုကောက်များအား စံပြု contact သင်္ကေတများနှင့် တွဲကာ အသုံးပြုခြင်းဖြင့် ယင်းတို့၏ ဆိုလိုရင်းအဓိပ္ပါယ်မှာ ရှုပ်ထွေးစရာဖြစ်နိုင်ပါသည်။ ပုံ၇.၃ တွင် စံပြုထားသော

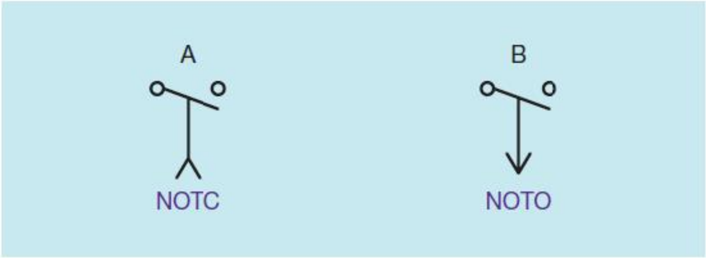
normally open သင်္ကေတနှင့် ယင်း၏ အောက်တွင် အတိုကောက် TC ဟု ရေးသားထားပါသည်။ ယင်း contact သည် closing လုပ်ရာတွင် time delay ဖြစ်စေမည်ဆိုပါက on-delay relay တစ်ခုနှင့် ဆက်သွယ်ထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ပုံ ၇.၄ တွင်မူ တူညီသော contact တစ်ခုအား ယင်း၏ အောက်တွင် အတိုကောက် TO ကိုရေးသားထားပါသည်။ ယင်း contact အား opening လုပ်ရာတွင် time delay ဖြစ်စေမည်ဆိုပါက ယင်းအား off-delay timer တစ်ခုဖြင့် operate လုပ်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းသို့သော အတိုကောက်များအား ပုံ ၇.၅ တွင်ပြသထားသည့်အတိုင်း NEMA သင်္ကေတများနှင့်လည်း အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။



ပုံ ၇.၃ Time closing contact



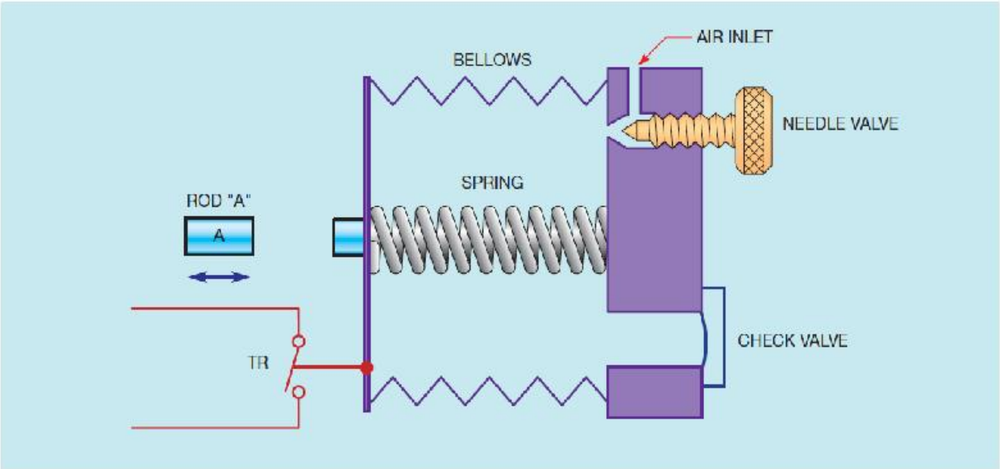
ပုံ ၇.၄ Time opening contact



ပုံ ၇.၅ contact A သည် on-delay contact တစ်ခု ဖြစ်ကာ အတိုကောက်အားဖြင့် NOTC (normally open time closing) ဖြစ်ပါသည်။ contact B သည် off-delay contact တစ်ခုဖြစ်ကာ အတိုကောက်အားဖြင့် NOTO (normally open time opening) ဖြစ်ပါသည်။

Pneumatic Timer များ

Peneumatic သို့မဟုတ် လေအားအသုံးပြုသော timer များသည် orifice မှ rubber bellows သို့မဟုတ် diaphragem သို့ ဖြတ်သန်းစီးဆင်းမည့် လေစီးကြောင်းအား ကန့်သတ်ခြင်းဖြင့် လုပ်ဆောင်ပါသည်။ ပုံ ၇.၆ တွင် ရိုးရှင်းသော bellows timer တစ်လုံး၏ လုပ်ဆောင်ပုံနည်းလမ်းအား ပြသထားပါသည်။ တုတ်ချောင်း "A" သည် bellows ၏ အဆုံးသို့တိုင်အောင် တွန်းလိုက်သောအခါတွင် လေသည် bellows မှ အားဖြင့် check valve မှ ထွက်သွားခြင်းကြောင့် bellow ကျုံ့ဝင်သွားပေမည်။ bellow သည်ပြန်လည်ရွေ့လျား ရာတွင် contact TR သည် open ဖြစ်နေရာမှ close ဖြစ်သွားပေမည်။ တုတ်ချောင်း "A" သည် bellows မှ ဝေးရာသို့ ဆွဲယူသွားသောအခါတွင် spring သည် bellows အား မူလ အနေအထားသို့ ပြန်လည် ရောက်ရှိစေရန် အားထုတ်ပေမည်။ bellows မူလနေရာသို့မရောက်မီတွင် air inlet port မှ တစ်ဆင့် လေများ ဝင်ရောက်နေရမည်ဖြစ်ပါသည်။ bellows အတွင်းသို့ လေဝင်ရောက်ခွင့်ပြုသော နှုန်းအား needle valve အသုံးပြုကာ control လုပ်ပါမည်။ bellows သည် မူလအနေအထားသို့ ပြန်လည်ရောက်ရှိချိန်တွင် contact TR သည်ယင်း၏ မူလ open အနေအထားသို့ ပြန်လည်ရောက်ရှိသွား ပေမည်။



ပုံ ၇.၆ Bellows ဖြင့်လုပ်ဆောင်သော pneumatic timer

အောက်ပါအချက်များကြောင့် pneumatic timer တို့အား စက်ရုံအလုပ်ရုံများတွင် အသုံးများပါသည်။

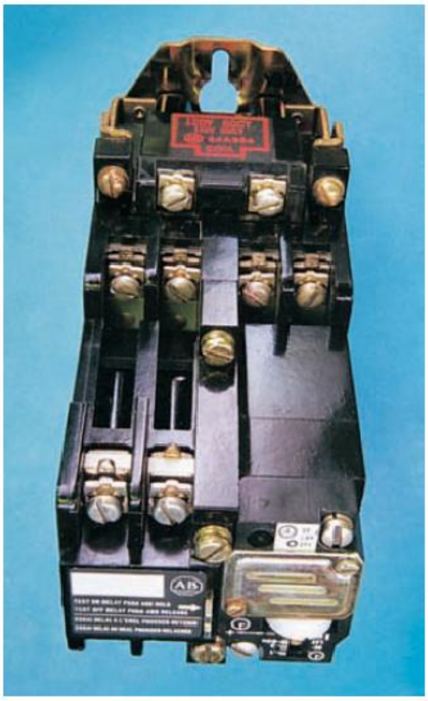
(က) ယင်းတို့သည် လေထုအပူချိန်ပြောင်းလဲမှုနှင့် လေထုဖိအားပြောင်းလည်းမှုတို့အပေါ်တွင် အကျိုးသက်ရောက်မှု မရှိပေ။

(ခ) ယင်းတို့အား အချိန်အတိုင်းအတာ range အား ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့် ချိန်ညှိပေးနိုင်ပါသည်။

(ဂ) ယင်းတို့တွင် အကြိမ်ကြိမ်လုပ်ဆောင်သော်လည်း တိကျကောင်းမွန်မှုရှိပါသည်။

(ဃ) ယင်းတို့အား contact အမျိုးမျိုးနှင့် timing arrangement အမျိုးမျိုးတို့ဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။

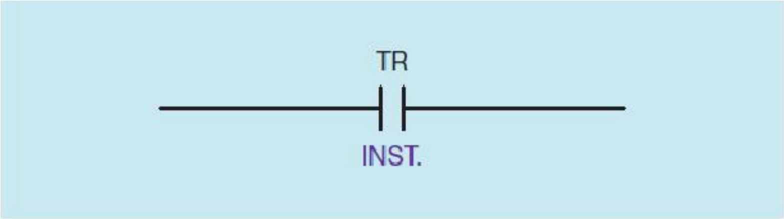
အချို့သော pneumatic timer တို့အား on-delay မှ off-delay သို့ ပြောင်းလဲနိုင်သော timer အဖြစ် အသုံးပြုနိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားကာ contact များအားလည်း normally open သို့မဟုတ် normally close အဖြစ် ပြောင်းလည်းနိုင်စေပါသည် (ပုံ ၇.၇)။ ထိုသို့သော သုံးရလွယ်ကူသောအချက်သည် pneumatic timer များအား လူကြိုက်များ ထင်ရှားစေသည့် အချက်ဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၇.၇ pneumatic timer

Timer များအား ပြုလုပ်ရာတွင် များသောအားဖြင့် contact များအား coil အားဖြင့် လုပ်ဆောင်နိုင်စေသကဲ့သို့ time delay contact များအနေဖြင့်လည်း လုပ်ဆောင်နိုင်စေပါသည်။ ထိုသို့သော contact များအား အသုံးပြုရာတွင် ယင်းတို့အား ယေဘုယျအားဖြင့် instantaneous contact များအနေဖြင့် ရည်ညွှန်းကြကာ schematic diagram အပေါ်တွင် INST ဟု contact များ၏အောက်ဖက်တွင် အတိုကောက်အားဖြင့် ပုံနိပ် ဖော်ပြထားပါသည် (ပုံ ၇.၈)။ ယင်း instantaneous contact များသည် coil

energize ဖြစ်ချိန်တွင် အလျှင်အမြန် အနေအထားပြောင်းလဲနိုင်ကာ coil de-energize ဖြစ်ချိန်တွင် မူလအနေအထားသို့ အလျှင်အမြန်ပြန်လည်ရောက်ရှိသွားနိုင်ပါသည်။



ပုံ ၇.၈ timer relay တစ်လုံး၏ normally open instantaneous contact

Clock Timer များ

အသုံးများသော timer နောက်တစ်မျိုးမှာ ပုံ ၇.၉ တွင်ပြသထားသော clock timer ဖြစ်ပါသည်။ clock timer တို့သည် နံရံကပ်နာရီတို့တွင်အသုံးပြုသော မော်တာနှင့် အလားသဏ္ဍာန်တူသော AC Synchronous motor အားအသုံးပြုထားကာ timer အတွက် အချိန်တိုင်းတာမှု ရရှိစေရန် အတွက်ဖြစ်ပါသည်။ clock timer တစ်လုံး၏ အချိန်အတိုင်းအတာသည် အခြားတစ်ခု၏ အချိန်အတိုင်းအတာနှင့် အလွန်ကြီးမားသောကွဲလွဲမှု ရှိပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် timer တစ်ခုသည် range အပြည့်အနေဖြင့် ၁ မှ ၅စက္ကန့် ရှိသော်လည်း အခြားသော timer တွင်မူ range အပြည့်အနေဖြင့် ၁ မှ ၅ နာရီ အထိရှိပေမည်။ ယင်း timer နှစ်လုံးစလုံးအတွက် တူညီသောမော်တာကိုသာ အသုံးပြုပေမည်။ မော်တာသို့ ဆက်သွယ်ထားသော ဂီယာအချိုးပေါ်တွင် မူတည်ကာ timer အတွက် အချိန် range အား ဆုံးဖြတ်ပါသည်။

ပုံ ၇.၉ Clock ဖြင့်မောင်းနှင်သော timer

clock timer များအား အသုံးပြုခြင်းကြောင့် ရရှိသောအကျိုးကျေးဇူးများမှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်ပါသည်။

(က) ယင်းတို့သည် အကြိမ်ကြိမ်လုပ်ဆောင်မှုအတွက် မြင့်မားသောတိကျမှုရှိပါသည်။

(ခ) time setting အား ပြန်လည်ချိန်ညှိရန်လွယ်ကူပြီး အလျှင်အမြန်လုပ်ဆောင်နိုင်ပါသည်။ clock timer များအား ယေဘုယျအားဖြင့် စက်မောင်းနှင်သူမှ အချိန်အတိုင်းအတာအား ချိန်ညှိရန် လိုအပ်သောအခါမျိုးတွင် ယေဘုယျအားဖြင့် အသုံးပြုပါသည်။

Motor-Driven Timer များ

လုပ်ငန်းစဉ်တစ်ခုအတွက် definite on နှင့် off လုပ်ဆောင်မှုများ၊ သို့မဟုတ် ဆက်ခါဆက်ခါအတွဲလိုက်လုပ်ဆောင်မှု လုပ်ငန်းစဉ်များတွင် motor-driven timer အား ယေဘုယျအားဖြင့် အသုံးပြုပါသည် (ပုံ ၇.၁၀ နှင့် ပုံ ၇.၁၁)။ motor-driven timer တစ်လုံးအတွက် စံပြုထားသော သုံးစွဲမှုတစ်ခုမှာ laundry washers များအတွက်ဖြစ်ကာ ဂန်တင်ထားသော မော်တာအား သတ်မှတ်အချိန်တစ်ခုတွင် ဦးတည်ရာတစ်ခုဖြင့် လည်ပတ်ပြီး၊ ထိုမှ ပြောင်းပြန်လည်ပြီးသည့်နောက် ဆန့်ကျင်ဖက်ဦးတည်ရာဖြင့် လည်ပတ်ခြင်းဖြစ်ပါသည်။

Min. Time Delay: 0.05 second

Max. Time Delay: 3 minutes

Minimum Reset Time: 0.75 second

Accuracy: 610 percent of setting

Contact Ratings:

AC

6.0 A, 115 V
3.0 A, 230 V
1.5 A, 460 V
1.2 A, 550 V

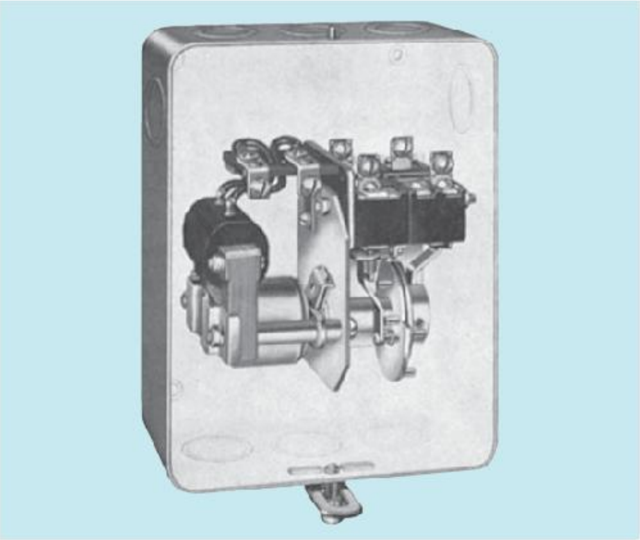
DC

1.0 A, 115 V
0.25 A, 230 V

Operating Coils: Coils can be supplied for voltages and frequencies upto 600 volts, 60 hertz AC and 250 volts DC

Types of Contact: One normally open and one normally closed. Cadmium silver alloy contacts

ပုံ ၇.၁၀ စံပြုထားသော specification များ



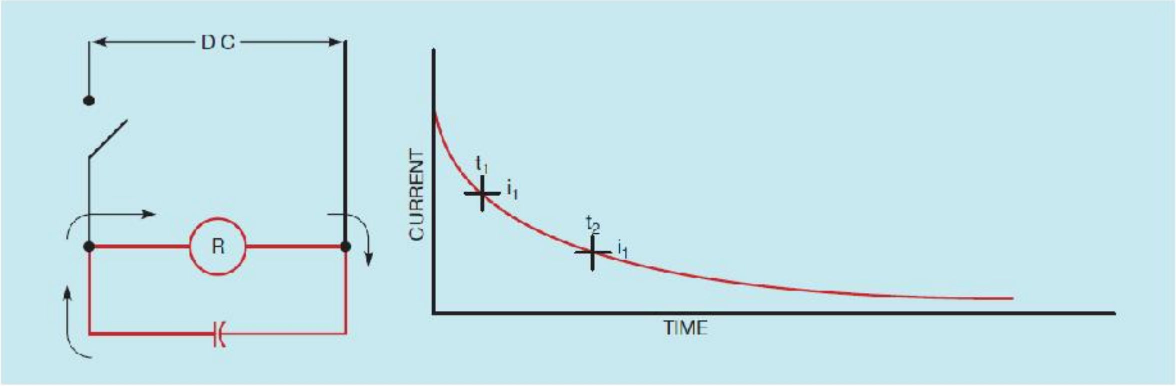
ပုံ ၇.၁၁ motor-driven process timer တစ်လုံး။ cam timer ဟုလည်း မကြာခဏခေါ်ဆိုကြပါသည်။

ယေဘုယျအားဖြင့် ထိုသို့သော timer များတွင် synchronous မော်တာငယ်တစ်လုံးပါဝင်ကာ cam-dial တစ်ခုအား common shaft အပေါ်တွင် တပ်ဆင်ကာ driven လုပ်ပါသည်။ motor-driven timer တစ်ခုသည် switch contact များအား close လုပ်ခြင်းနှင့် open လုပ်ခြင်းတို့အား လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်း ဂါယာသွယ်တန်းကာ control relay များသို့မဟုတ် contactor များအား မိမိလိုအပ်သော လုပ်ဆောင်မှုများရရှိစေရန် ကောင်းမွန်စွာ လုပ်ဆောင်နိုင်ပါသည်။

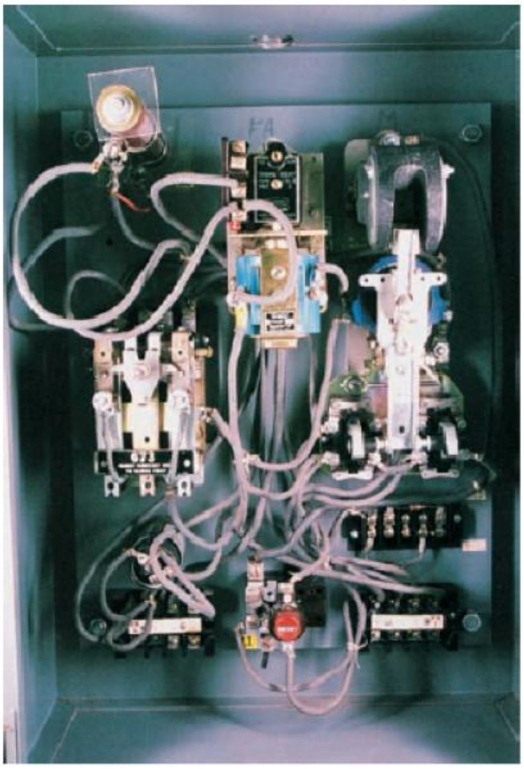
Capacitor ဖြင့် အချိန်အား ကန့်သတ်ပေးသော Relay

Capacitor တစ်လုံးအား DC line ဖြင့် ဆက်သွယ်ကာ ခေတ္တခဏမျှ charged လုပ်သည်ဟုယူဆပြီး နောက် ယင်း capacitor မှ ရရှိလာမည့် တိုက်ရိုက်လျှပ်စီးအား relay coil ကိုဖြတ်ကာ discharge လုပ်ပါစေ။ coil အတွင်း induce လုပ်ထားသော လျှပ်စီးတို့သည် discharge လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင်ရှိနေသော capacitance၊ inductance နှင့် resistance တန်ဘိုးများအပေါ်တွင်မူတည်ကာ တဖြေးဖြေး decay ဖြစ်သွားပါလိမ့်မည်။

relay coil နှင့် capacitor တို့အား DC line နှင့် အပြိုင်ချိတ်ဆက်ပါက (ပုံ ၇.၁၂) capacitor သည် line ဗို့အား အတိုင်း charge လုပ်ယူပြီး၊ coil တွင် လျှပ်စီးဖြစ်ပေါ်လာပါမည်။ coil နှင့် capacitor အတွဲအား line မှ ဖယ်ရှားလိုက်ပါက coil အတွင်းရှိနေသော လျှပ်စီးသည် ပုံ ၇.၁၂ တွင် ပြထားသည့် မျဉ်းကွေးအတိုင်း တဖြေးဖြေး စတင်လျော့ကျသွားပေလိမ့်မည်။



ပုံ ၇.၁၂ charge လုပ်ထားသော capacitor မှ relay coil အားဖြတ်ကာdischarge လုပ်ပုံ။ ညာဘက်ခြမ်းရှိ ဂရပ်သည် coil အတွင်းရှိ လျှပ်စီးလျော့ကျပုံကို ဖော်ပြပါသည်။



ပုံ ၇.၁၃ Capacitor timer limit controller

(ယေဘုယျအားဖြင့် တိုက်ရိုက်လျှပ်စီးအသုံးပြုသော control system တို့တွင် အသုံးပြုပါသည်။)

အကယ်၍ relay အား ချိန်ညှိပါက လျှပ်စီးတန်ဘိုး i_1 တွင် armature အား လွတ်လိုက်မည်ဖြစ်ပြီး ကြာမြင့်ချိန် t_1 အား ရရှိမည်ဖြစ်ပါသည်။ ထိုသို့ ကြာမြင့်ချိန် (time delay) အတွက် relay အား

ချိန်ညှိခြင်းအားဖြင့် t_2 အထိ တိုးမြှင့်ယူနိုင်ကာ ထိုအချိန်တွင် armature သည် လျှပ်စီးတန်ဘိုး i_2 ရောက်သည့်တိုင်အောင် release လုပ်မည်မဟုတ်တော့ပေ။ ပုံ ၇.၁၃ တွင် ထိုကဲ့သို့ time control လုပ်သည့် relay အားပြသထားပါသည်။

potentiometer တစ်လုံးအား ချိန်ညှိနိုင်သော resistor အဖြစ်အသုံးပြုကာ အချိန်အားပြောင်းလဲ နိုင်စေရန် ရည်ရွယ်ပါသည်။ resistance – capacitance (RC) သီအိုရီအား industrial electronic နှင့် solid state control များတွင်လည်း အသုံးပြုကြပါသည်။ ထိုသို့သော timer တို့သည် အလွန်တိကျပြီး မော်တာ လည်ပတ်သည့် acceleration နှင့် များစွာသော industrial process တို့တွင် အသုံးပြုကြပါသည်။

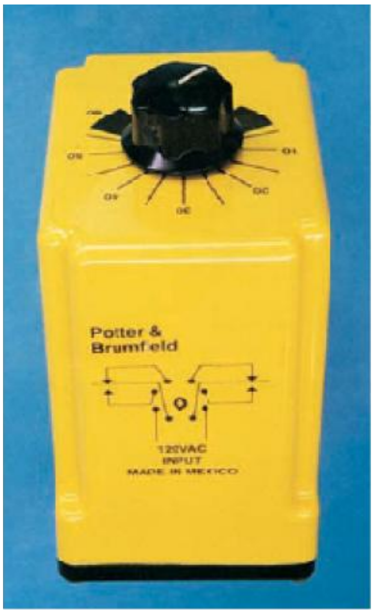
Electronic Timer များ

Electronic timer များသည် solid-state components များအားအသုံးပြုကြပြီး မိမိအလိုရှိသော ကြာမြင့်ချိန်ကို ရရှိစေရန်ဖြစ်ပါသည်။ အချို့သော timer တို့သည် RC time constant အား အသုံးပြုကာ time base ကို ရရှိစေသကဲ့သို့ အခြားသော electronic timer တို့သည် quartz clock များအား အသုံးပြုကာ time base ကို ရရှိစေပါသည် (ပုံ ၇.၁၄)။

ပုံ ၇.၁၄ digital clock timer တစ်လုံး

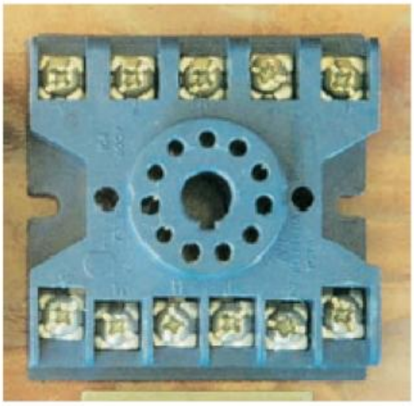
RC time constant တို့သည် ဈေးမကြီးပဲ ထပ်ခါထပ်ခါ သုံးစွဲနိုင်ပါသည်။ quartz timer တို့မှာမူ အတော်လေးတိကျမှုရှိကာ ၀.၁ စက္ကန့်မျှအထိ set လုပ်နိုင်ပါသည်။ ထိုသို့သော timer များအား plastic

case အတွင်း ထည့်သွင်းကာ အချို့သော socket တို့တွင် တပ်ဆင်သုံးစွဲနိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။ စံပြုထားသော eight-pin tube socket တွင် တပ်ဆင်သုံးနိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားသော electronic timer တစ်လုံးအား ပုံ ၇.၁၅ တွင်ပြသထား ပါသည်။ အလိုရှိသော ကြာမြင့်ချိန်အား timer ၏ အပေါ်ဘက်တွင်ရှိသော knob အား ချိန်ညှိခြင်းဖြင့် set လုပ်နိုင်ပါသည်။



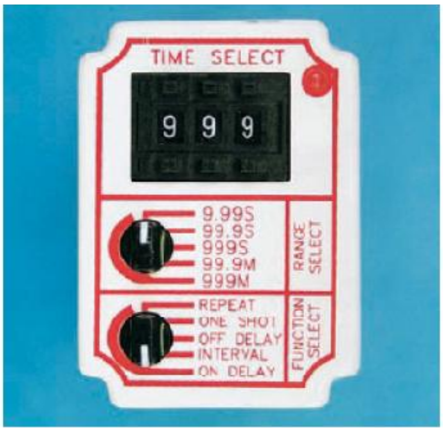
ပုံ ၇.၁၅ electronic timer

ပုံ ၇.၁၅ တွင်ပြသထားသကဲ့သို့သော eight pin electronic timer တို့အား on-delay timer တစ်ခုတည်းအတွက်သာ အသုံးပြုပါသည်။ electronic timer အတော်များများအား eight pin tube socket တွင် တပ်ဆင်သုံးစွဲနိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားကာ အသုံးပြုရ လွယ်ကူစေပါသည် (ပုံ ၇.၁၆)။ ထိုသို့သော timer နှစ်ခုအား ပုံ ၇.၁၇ (က) နှင့် ပုံ ၇.၁၇ (ခ) တို့တွင် ပြသထားပါသည်။ ယင်း timer တစ်ခုစီအား on-delay timer တစ်ခု အနေဖြင့် ဖြစ်စေ၊ off-delay timer တစ်ခုအနေဖြင့် ဖြစ်စေ၊ pulse timer အနေဖြင့် ဖြစ်စေ သို့မဟုတ် one-shot timer အနေဖြင့် ဖြစ်စေ၊ အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ pulse timer တို့သည် တစ်ဆက်တည်း တွင် ပုံမှန်အချိန်ပိုင်းများ အနေဖြင့် turn-on နှင့် off လုပ်ပေးနိုင်ပါသည်။ pulse timer တစ်ခုအတွက် timing period chart ဖြင့် ၁စက္ကန့် ကြာချိန်တစ်ခုအား ပုံ ၇.၁၈ တွင်ပြသထားပါသည်။ one-shot timer တစ်လုံးသည် period တစ်ခုအတွက်သာ operate လုပ်ပါသည်။ one-shot timer တစ်လုံးအတွက် timing period chart ဖြင့် ၂ စက္ကန့် အတွက် set လုပ်ထားမှုအား ပုံ ၇.၁၉ တွင်ပြသထားပါသည်။



ပုံ ၇.၁၆ eight-pin tube socket

များသောအားဖြင့် electronic timer တို့သည် အချိန်ကာလအား range တစ်ခုအားဖြင့် ကျယ်ပြန့်စွာ set လုပ်ထားနိုင်ပါသည်။ ပုံ ၇.၁၇ (က) တွင်အသုံးပြုထားသော timer တွင် thumbwheel switch အား time setting ထည့်သွင်းရန် အသုံးပြုပါသည်။ အပေါ်ဆုံးရှိ selector switch သည် ၉.၉၉စက္ကန့်မှ ၉၉၉ မိနစ်အထိ range အပြည့်အား set လုပ်ရန် အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ ယင်း timer ၏ range သည် ၀.၀၁စက္ကန့်မှ ၉၉၉ မိနစ် (၁၆နာရီ ၃၉ မိနစ်) တိုင်အောင် ရှိပါသည်။ ပုံ ၇.၁၇ (ခ) တွင်ပြသထားသော timer သည် ၀.၀၁စက္ကန့်မှ သည် နာရီ ၁၀၀ တိုင်အောင် ရှိသော time range အတွက် set လုပ်နိုင်ကာ range အား ချိန်ညှိနိုင်ပြီး ယင်းယူနစ်အတွက် setting များအားလည်း timer ၏ အရှေ့ဘက်ခြမ်းမှ ပြုလုပ်နိုင်ပါသည်။ electronic timer အတော်များများတွင် အသွင်သဏ္ဍာန်တူသော လုပ်ဆောင်မှုများ ရှိပါသည်။



ပုံ ၇.၁၇ (က) Dayton electronic timer

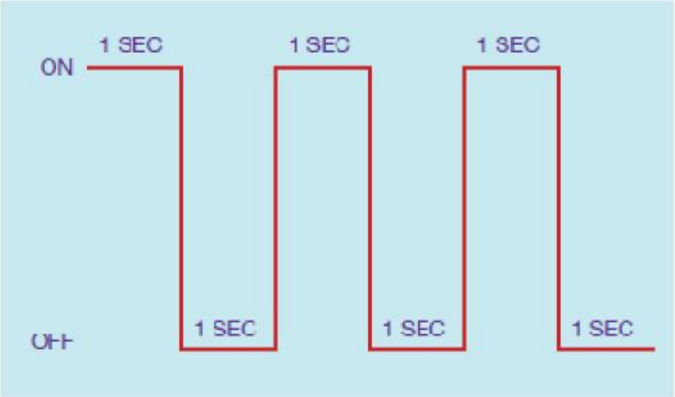
ပုံ ၇.၁၇ (ခ) Allen-Bradley Electronic Timer

Eleven-Pin Timer များအား ဆက်သွယ်ခြင်း

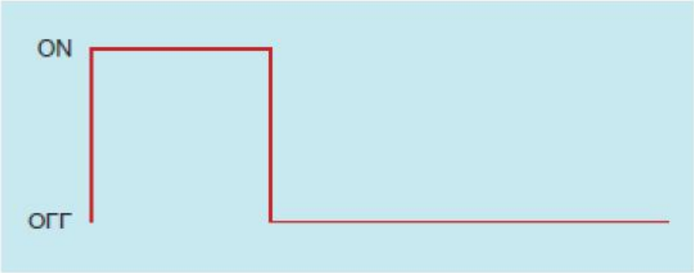
လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခုတွင် eleven-pin timer များအား တပ်ဆင်ခြင်းသည် ရိုးရှင်းစွာ coil တစ်ခုအား power ပေးခြင်းနှင့်ယှဉ်လျှင် အနည်းငယ်သာ ပိုပါသည်။ ယင်း timer တစ်ခုခုအား တပ်ဆင်မည်ဆိုပါက timer ထုတ်လုပ်သူထံမှ ညွှန်ကြားချက်များအား မတပ်ဆင်မီကပင် ကြိုတင်လေ့လာထားရန် လိုအပ်ပါသည်။ များသောအားဖြင့် electronic timer တို့သည် သဏ္ဍာန်တူကြသော်လည်း ယင်းတို့အားချိတ်ဆက် အသုံးပြုရာတွင် ကွဲပြားခြားနားချက်များ ရှိပါသည်။ ပုံ ၇.၁၇ (က) တွင်ဖော်ပြထားသော timer အတွက် pin connection diagram အား ပုံ ၇.၂၀ တွင် ပြသထားပါသည်။ မှတ်သားသတိပြုရန်မှာ terminal ၅ နှင့် ၆ အကြားတွင် normally open ဖြစ်နေသော push-button switch အားပြသထားပါသည်။ ယင်း switch အား off-delay timer သို့မဟုတ် on-delay timer အဖြစ် လုပ်ဆောင်ရန် set လုပ်ထားပြီး ယင်း timer ၏ လုပ်ငန်း စတင်လုပ်ဆောင်ရန်အတွက် အသုံးပြုပါသည်။ ထိုသို့ timer အား off-delay timer အဖြစ် လုပ်ဆောင်စေရာတွင် အတွင်းပိုင်း timing circuit လုပ်ဆောင်နိုင်စေရန်အတွက် timer အား တစ်ချိန်လုံး ပါဝါပေးထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။ power အား ဖယ်ရှားလိုက်ပါက timer သည် အလုပ်မလုပ်နိုင်တော့ပေ။ start switch အား timer စတင်လုပ်ဆောင်နိုင်စေရန် အသုံးပြုကာ off-delay mode ဖြင့် စတင်လုပ်ဆောင်စေပါသည်။

off-delay timer တစ်ခုအတွက် logic အနေဖြင့် coil သည် energize ဖြစ်စဉ်တွင် contact များသည် အလျှင်အမြန် အနေအထားပြောင်းသွားပေမည်။ coil သည် de-energize ဖြစ်ခဲ့ပါက contacts များသည် တဖြေးဖြေးနှင့် ယင်းတို့၏ မူလ အနေအထားသို့ ပြန်ရောက်သွားမည်ဖြစ်ပါသည်။ ပုံ ၇.၂၀ တွင်ပြသထားသော pin chart တွင် pin အမှတ် ၂ နှင့် ၁၀ တို့သည် timer ၏ coil သို့

ချိတ်ဆက်ထားပါသည်။ ယင်း timer အား off-delay mode ဖြင့် အသုံးပြုလိုပါက ပါဂါအား pin အမှတ် ၂ နှင့် ၁၀ တွင် အမြဲတစ်စေ ချိတ်ဆက်ထားရပါမည်။ pin အမှတ် ၅ နှင့် ၆ အား short လုပ်လိုက်ခြင်းဖြင့် timed contact များတို့အား အလျှင်အမြန် အနေအထားပြောင်း သွားစေပါသည်။ pin အမှတ် ၅ နှင့် ၆ အကြား short လုပ်ထားခြင်းအား ဖယ်ရှားလိုက်ခြင်းဖြင့် time sequence စတင်မှုပြုပါသည်။ ကြိုတင် set လုပ်ထားသော time period ဆုံးသွားသည်နှင့် contact များတို့သည် ယင်းတို့၏ မူလအနေအထားသို့ပြန်လည် ရောက်ရှိသွားပါသည်။



ပုံ ၇.၁၈ pulse timer တစ်လုံး၏ timing chart

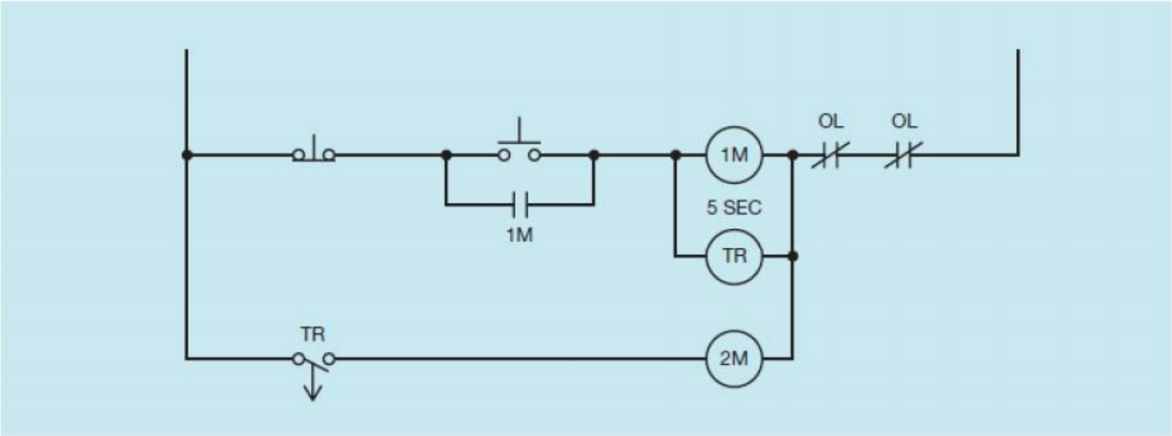


ပုံ ၇.၁၉ one-shot timer တစ်လုံး၏ Timing Chart

Control circuit တစ်ခုတွင် အသုံးပြုသော pneumatic off-delay timer တို့အား electronic off-delay timer တို့ဖြင့် အစားထိုးတပ်ဆင်မည်ဆိုပါက လျှပ်စီးပတ်လမ်းအား ပြန်လည် modify လုပ်ရန်လိုအပ်ပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် ပုံ ၇.၂၁ တွင်ပြသထားသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် starter 1M နှင့် 2M တို့အား မော်တာနှစ်လုံးတို့၏ လုပ်ဆောင်မှုအား control လုပ်မည်ဟု မှတ်ယူထားကာ Timer TR သည် pneumatic off-delay timer တစ်လုံးဖြစ်ပါသည်။ start button အားနှိပ်လိုက်ချိန်တွင် မော်တာနှစ်လုံးစလုံးသည် တစ်ချိန်တည်းတွင် စတင်လည်ပတ်ပါသည်။ မော်တာနှစ်လုံးစလုံးသည် stop

button မနှိပ်မချင်း လည်ပတ်နေမည်ဖြစ်ကာ stop button အား နှိပ်လိုက်သောအခါတွင် motor#1 အား ရပ်တရက် ရပ်တန့်စေပါသည်။ motor#2 မှာမူ မရပ်နားမီ ၅စက္ကန့်မျှ ဆက်လက် လည်ပတ်နေမည်ဖြစ်ပါသည်။

ပုံ ၇.၂၀ Dayton timer တစ်လုံး၏ pin connection diagram



ပုံ ၇.၂၁ pneumatic timer အသုံးပြုထားသော off-delay timer

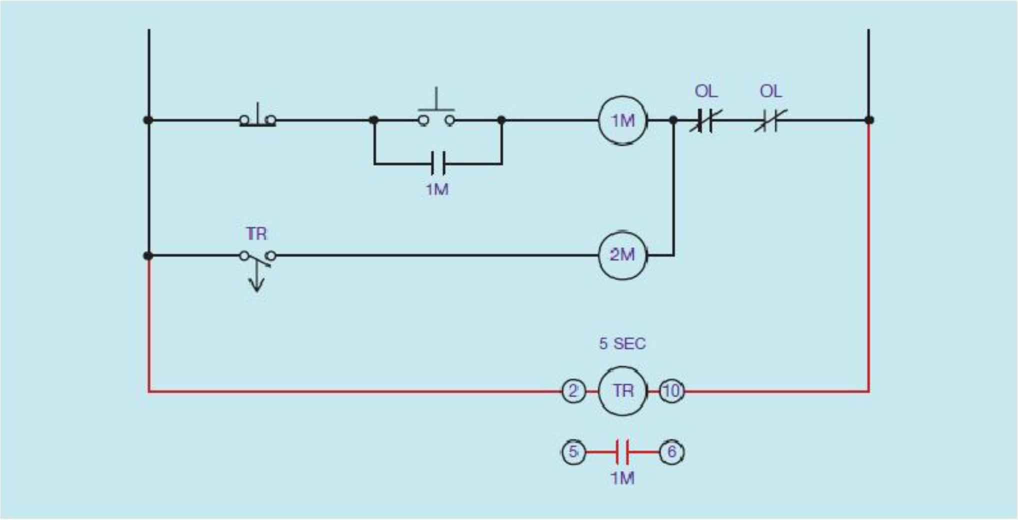
ယခုအခါတွင် pneumatic off-delay timer အား electronic off-delay timer ဖြင့် အစားထိုးတပ်ဆင်ပါမည် (ပုံ ၇.၂၂)။ ယင်း လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် timer ၏ coil သည် ပါဝါပေးပို့သော incoming နှင့် တိုက်ရိုက်ခွ၍ချိတ်ဆက်ထားသည့်အတွက် တစ်ချိန်လုံး energize ဖြစ်နေစေပါသည်။ ပုံ ၇.၂၁ တွင် timer သည် starter 1M နှင့် အမှန်တစ်ကယ် operate လုပ်ပါသည်။ coil 1M သည် energize ဖြစ်ချိန်တွင် timer TR သည်လည်း တစ်ချိန်တည်း energize ဖြစ်ပေမည်။ coil 1M သည် de-energize ဖြစ်ချိန်တွင် timer TR သည်လည်း တစ်ချိန်တည်းတွင် de-energize ဖြစ်ပေမည်။ ယင်းအချက်ကြောင့် starter 1M ရှိ normally open auxiliary contact တစ်ခုအား electronic off-delay timer အား operation လုပ်နိုင်စေရန် အသုံးပြုပါသည်။ ပုံ ၇.၂၂ တွင်ပြထားသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် normally open ဖြစ်နေသော 1M contact များအစုသည် timer ၏ pin များဖြစ်သည့် ၅ နှင့် ၆ သို့ ဆက်သွယ်ထားပါသည်။ coil 1M energize ဖြစ်သောအခါတွင် contact 1M သည် close ဖြစ်သွားခြင်းဖြင့် pin အမှတ် ၅ နှင့် ၆ တို့အား short ဖြစ်စေကာ normally open ဖြစ်နေသည့် TR contact များအား close ဖြစ်စေကာ starter coil 2M အား energize ဖြစ်စေပါသည်။ coil 1M သည် de-energize ဖြစ်စဉ်တွင် contact များ reopen ဖြစ်ကာ timer TR သည် အချိန်ကို စတင်ရေတွက်ခြင်းပြုပါသည်။ ၅စက္ကန့်ကြာပြီးနောက်တွင် contact TR သည် reopen ဖြစ်သွားပြီး starter coil 2M အား de-energize ဖြစ်သွားစေပါသည်။

Electronic timer အားလုံးတို့သည် သဘောသဘာဝန်တူကြသော်လည်း ယင်းတို့ မည်သို့ ဆက်သွယ်ကြသည်ဆိုသောအချက်တွင် ကွဲလွဲမှုများရှိပါသည်။ ပုံ ၇.၁၇ (ခ) တွင်ပြသထားသော timer အတွက် connection diagram အား ပုံ၇.၂၃ တွင်ပြသထားပါသည်။ မှတ်သားရန်မှာ ယင်း timer တွင် RESET, START နှင့် GATE တို့အတွက် pin များပါရှိပါသည်။ pin အမှတ် ၂ မှ pin အမှတ် ၅ သို့ ဆက်သွယ်ခြင်းဖြင့် GATE လုပ်ဆောင်မှုကို ရရှိစေကာ အတွင်းပိုင်း clock လုပ်ဆောင်မှုအား ဆိုင်းငံ့စေပါသည်။ pin အမှတ် ၂ မှ pin အမှတ် ၆ အား ဆက်သွယ်ခြင်းသည် START အား လုပ်ဆောင်မှုကို ဖြစ်စေကာ ပုံ ၇.၁၇ (က) ပြသထားသော timer အတိုင်း တူညီစွာ ပြုမူလုပ်ဆောင်စေပါသည်။ pin အမှတ် ၂ မှ pin အမှတ် ၅ အား ဆက်သွယ်ခြင်းသည် RESET လုပ်ဆောင်မှုအား ဖြစ်စေကာ အတွင်းပိုင်း clock အား သုညတန်ဖိုးသို့ reset လုပ်ပါသည်။ ပုံ ၇.၂၂ တွင် ပြသထားသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် timer အား ထည့်သွင်းသုံးစွဲမည်ဆိုပါက ပုံ ၇.၂၄ အတိုင်း 1M

normally open contact အား pin အမှတ် ၂ နှင့် ၆ တို့တွင် ဆက်သွယ်မည့်အစား pin အမှတ် ၅ နှင့် ၆ တို့တွင် modify လုပ်ကာ ဆက်သွယ်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။

ရိုးရှင်းသော electronic timer တစ်လုံး တည်ဆောက်ပုံ

ရိုးရှင်းသော on-delay timer တစ်ခု၏ schematic diagram အား ပုံ ၇.၂၅ တွင် ပြသထားပါသည်။ timer operate လုပ်ပုံမှာ - switch S1 သည် close ဖြစ်သွားပါက လျှပ်စီးသည် resistor RT အား ဖြတ်သန်းစီးပြီးနောက် တွင် capacitor C1 အား charge စတင်လုပ်ပါမည်။ capacitor C1 သည် unijunction transistor တစ်ခုအား trigger ဖြစ်စေနိုင်အောင်အထိ charged ဖြစ်ပြီးချိန်တွင် UJT သည် turns on ဖြစ်စေကာ capacitor C1 သည် resistor R2 အားဖြတ်သန်းကာ ground သို့ discharge ဖြစ်စေပါသည်။ capacitor C1 မှ ရုတ်တရက် discharge ဖြစ်မှုသည် resistor R2 တွင် spike ဗို့အား ကို ဖြစ်စေပါသည်။ ယင်း spike ဗို့အားသည် capacitor C2 အား ဖြတ်သန်းသွားပြီးနောက် silicon controlled rectifier (SCR) ၏ gate အား fire လုပ်ပါသည်။ SCR turns on ဖြစ်ခြင်းကြောင့် လျှပ်စီးသည် relay K1 ၏ coil ထံသို့ ရောက်ရှိစေပါသည်။

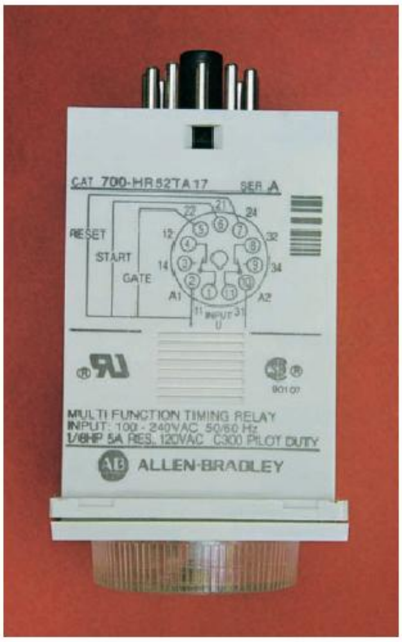


ပုံ ၇.၂၂ electronic off-delay timer တစ်လုံးအား modify ပြုလုပ်ထားပုံ

Resistor R1 သည် UJT သို့စီးသော လျှပ်စီးအား ကန့်သတ်ပါသည်။ resistor R3 အား UJT မှ pulse ထုတ်ကာ SCR ၏ gate အား fire လုပ်ချိန်တိုင်အောင် SCR အား turn off လုပ်ထားနိုင်စေရန် အသုံးပြုပါသည်။ diode D1 အား လျှပ်စီးပြတ်တောက်သွားချိန်တွင် coil K1 ပတ်လည်တွင်ဖြစ်ပေါ်သော

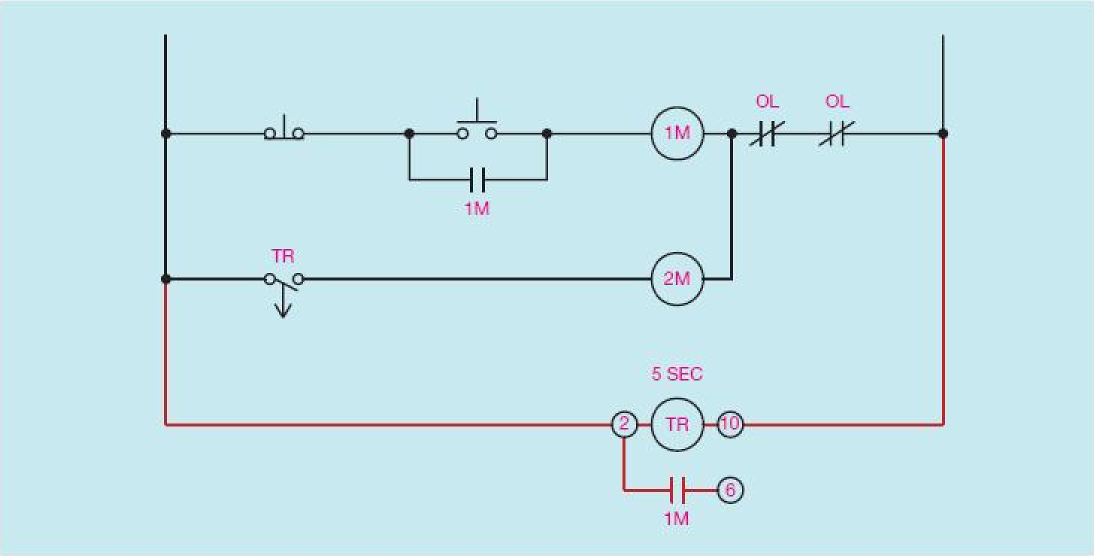
သံလိုက်စက်ကွင်းပြိုလဲမှုကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သော spike ဗို့အားများအား လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်း ကာကွယ်မှုပြုရန် အတွက်အသုံးပြုပါသည်။

Resistor RT နှင့် capacitor C1 တို့အား ချိန်ညှိခြင်းအားဖြင့် မတူညီသော rating အားဖြင့် charge လုပ်နိုင်ပါသည်။ ထိုအချက်အားဖြင့် relay သည် အချိန်ကို ချိန်ညှိနိုင်ပါသည်။ SCR turn on ဖြစ်သည်နှင့် switch S1 သည် open မဖြစ်မချင်း on ဖြစ်နေပေမည်။

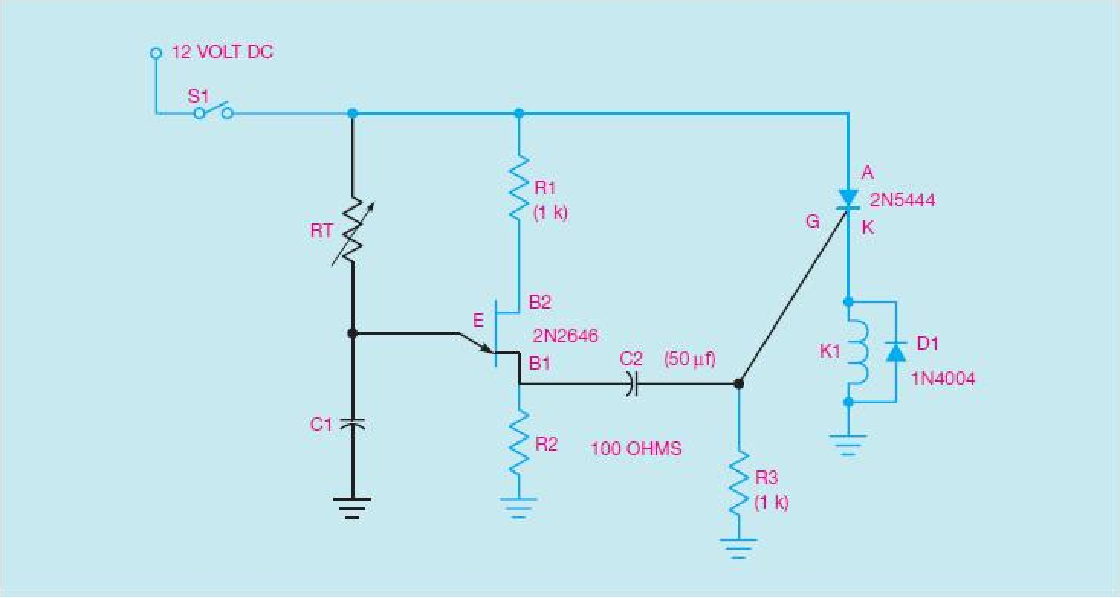


ပုံ ၇.၂၃ Allen-Bradley timer တစ်လုံး၏ pin connection diagram

programmable controller များ၏ အတွင်းပိုင်းတွင်လည်း electronic timer များပါရှိပါသည်။ programmable controller (PLC) အတော်များများတို့၏ timer သည် quartz အားဖြင့်လုပ်ဆောင်သော clock အား time base အဖြစ် အသုံးပြုပါသည်။ controller အား program လုပ်ရာတွင် timer များအား ၀.၁ စက္ကန့်မှုစ၍ တိုးတိုးလာစေရန်အတွက် set လုပ်ထားနိုင်ပါသည်။ ထိုအချက်ကြောင့် controller များအတွက် အလွန်တိကျသော ကြာမြင့်ချိန်များအား ရရှိစေပါသည်။



ပုံ ၇.၂၄ Dayton timer တစ်လုံးအား Allen-Bradley timer ဖြင့် အစားထိုးပုံ



ပုံ ၇.၂၅ electronic on-delay timer တစ်လုံး၏ schematic

အခန်း ၈

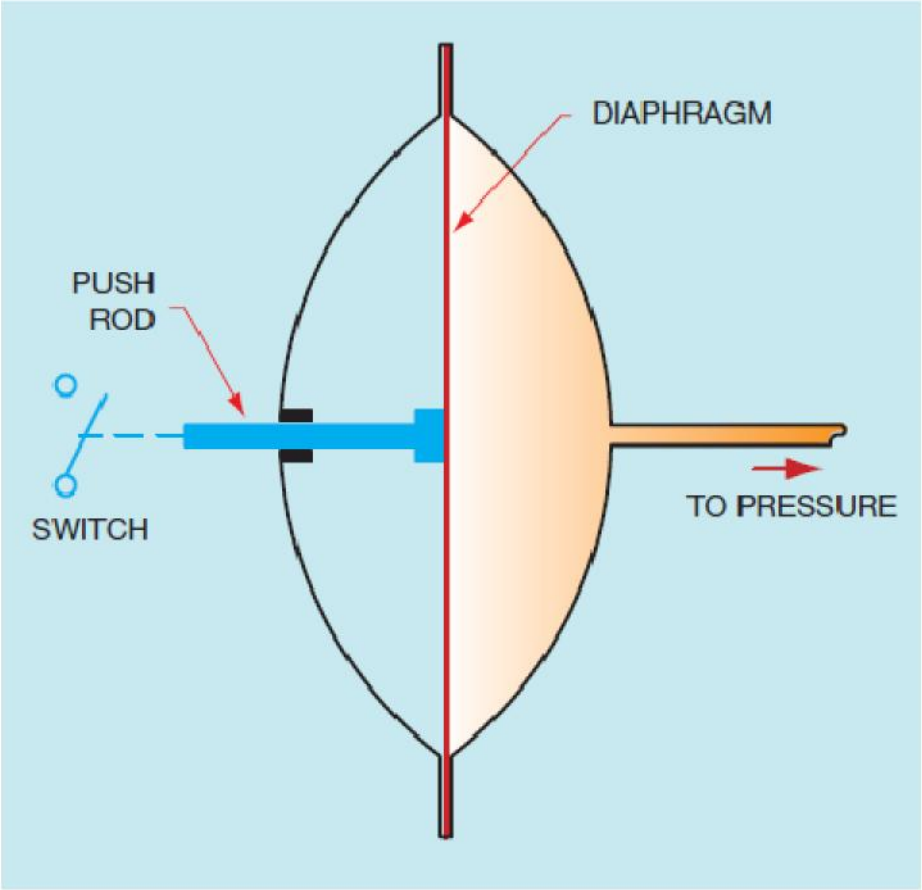
Pressure Switch များနှင့် Sensor များ

Pressure switch များအား pneumatic သို့မဟုတ် hydraulic တို့၏ ဖိအားများအား sense လုပ်သော လုပ်ငန်းစဉ်များအား လိုအပ်သော စက်ရုံ အလုပ်ရုံများတွင် မြင်တွေ့နိုင်ပါသည်။ pressure switch များအား pressure ပြောင်းလဲမှု ၁ psi (pound per square inch) မှ ၁၅ ၀၀၀ psi ထက်မြင့်သော pressure များကို sense လုပ်နိုင်သည်အထိ ရရှိနိုင်ပါသည်။ diaphragm ဖြင့် operate လုပ်သော switch များသည် pressure နိမ့်နေစဉ်မှာပင် သေးငယ်သော pressure များအား sense လုပ်နိုင်ပါသည်။

Metal bellows အမျိုးအစား switch များသည် pressure အားဖြင့် ၂၀၀၀ psi အထိ sense လုပ်နိုင်ပါသည်။ metal bellows အမျိုးအစား pressure switch တွင် metal bellow တစ်ခုအား အသုံးပြုကာ ယင်းသည် pressure ကြောင့် ကျယ်ပြန့်ထွက်သွားနိုင်ပါသည် (ပုံ ၈.၂)။ ယင်းကဲ့သို့သော switch များသည် diaphragm အမျိုးအစားထက်စာလျှင် အလွန်မြင့်မားသော pressure များအား sense လုပ်နိုင်ရန် ဖြစ်ကာ ယင်းတွင် bellow မှ switch အား activate လုပ်ရန်အတွက် လုံလောက်သော expend ဖြစ်မှုရှိရန် pressure မြင့်မားစွာ လိုအပ်ခြင်းကြောင့် sensitive သိပ်မဖြစ်ပေ။ piston type pressure switch (ပုံ ၈.၃) တစ်လုံးအား pressure ၁၅၀၀၀ psi အထိ အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။

မည်သည့်နည်းလမ်းကို အသုံးပြုကာ pressure အား sense လုပ်သည်ဖြစ်စေ၊ pressure switch အားလုံးတို့သည် contact တစ်စုံအား activate ဖြစ်စေပါသည်။ contact များအား သုံးစွဲမည့် application အပေါ်တွင်တည်မှီကာ single pole သို့မဟုတ် double pole ဟူ၍ အချို့သော snap-action mechanism နှင့်တွဲကာ ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။ contact များအား ဖြေးညင်းစွာ ဖွင့်ခြင်း၊ ပိတ်ခြင်းတို့ မဖြစ်နိုင်ပေ။ ထိုအချက်ကြောင့် bad connection ကို ဖြစ်စေပြီး၊ contact များ လောင်ကျွမ်းမှုကို ဖြစ်စေသကဲ့သို့ ယင်းတို့ control လုပ်သည့် ပစ္စည်းအတွက် ဗို့အား နိမ့်ကျသွားမှု ပြဿနာဖြစ်တတ်ပါသည်။ အချို့သော pressure switch တို့တွင် မော်တာအား ပါဝါလိုင်းသို့ တိုက်ရိုက်ချိတ်ဆက်နိုင်ရန် လုံလောက်သော

contact များတပ်ဆင်ထားကာ အချိုမှာမူ relay coil အား လုပ်ဆောင်နိုင်သော အခြေအနေကိုသာ ရည်ညွှန်းပါသည်။ ပုံ ၈.၄ တွင် line voltage အမျိုးအစား pressure switch အား ပြသထားပါသည်။ ထိုသို့သော pressure switch များအား well pump များနှင့် air compressor များအား control လုပ်ရန်လည်း မကြာခဏ အသုံးပြုကြပါသည် (ပုံ ၈.၅)။



ပုံ ၈.၁ diaphragm တစ်ခုကိုအသုံးပြုထားသော pressure switch ဖြစ်ကာ low pressure အခြေအနေမှာပင် သေးငယ်သော pressure ပြောင်းလဲမှုအား sense လုပ်နိုင်ပါသည်။

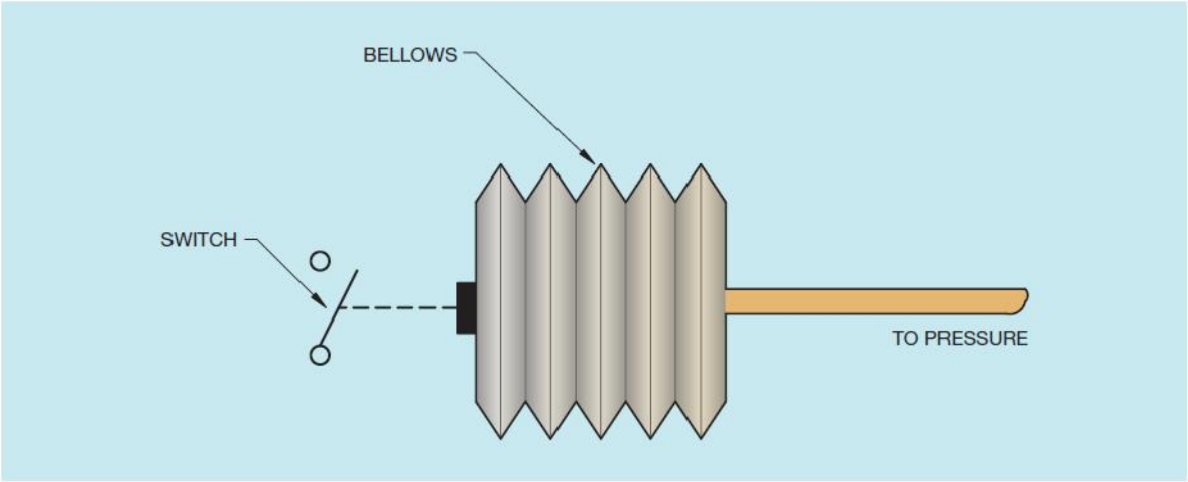
Differential Pressure

Differential Pressure ဆိုသည်မှာ cut-in သို့မဟုတ် turn-on pressure နှင့် cut-out သို့မဟုတ် turn-off pressure တို့အကြား pressure difference ဖြစ်ခြင်းကိုဆိုလိုပါသည်။ များသောအားဖြင့် pressure switch များတွင် pressure differential အား set လုပ်နိုင်စေရန် နည်းလမ်းပါရှိပါသည်။ ပုံ ၈.၅ တွင်ပြသထားသော ဥပမာတွင် line voltage အသုံးပြုထားသော pressure switch တစ်ခုသည် well pump အားမောင်းနှင်သည့် မော်တာအား control လုပ်ထားပုံဖြစ်ပါသည်။ ပုံမှန်အားဖြင့် ထိုကဲ့သို့သော

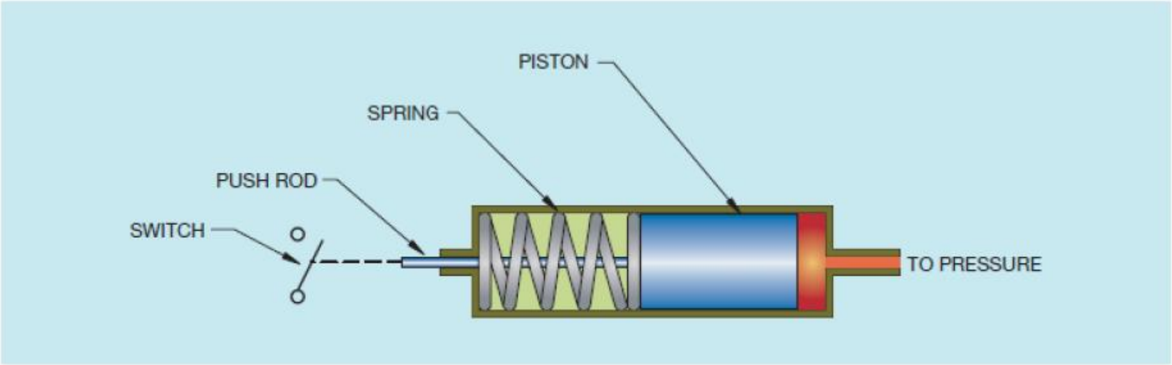
pressure switch တို့အား ၃၀ psi တွင် cut-in လုပ်နိုင်စေရန်နှင့် ၅၀psi တွင် cut-off လုပ်နိုင်စေရန်အတွက် set လုပ်ထားပေလိမ့်မည်။ differential pressure ပမာဏ အားဖြင့် ၂၀ ပေါင်မျှသည် pump motor အား over working မဖြစ်စေရန် လိုအပ်ပေမည်။ differential pressure မရှိပါက pump motor သည်တဆက်တည်း turn on နှင့် off ဖြစ်နေပေမည်။ ထိုသို့ဖြစ်နေရခြင်းမှာ tank အတွင်းရှိ ရေများ logged ဖြစ်လာခြင်းကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။ tank အတွင်း air space တစ်ခုအား ထားရှိခြင်းအားဖြင့် pressure switch အားကောင်းမွန်စွာ အလုပ်လုပ်စေပါသည်။ လေဖိအားရရှိနိုင်စေရန်အတွက် air space လိုအပ်သော်လည်း အရည်ကို မသုံးစွဲသင့်ပေ။ tank တွင် waterlogged ဖြစ်ခဲ့ပါက pressure switch သည် turn on နှင့် off အား အလျှင်အမြန်ပြုလုပ်မည်ဖြစ်ကာ တစ်ချိန်စီတွင် ရေ အနည်းငယ်မျှ tank အတွင်းမှ ဖယ်ရှားပေးပေမည်။ ပုံ ၈.၆ တွင် pressure switch သင်္ကေတများအား ပြသထားပါသည်။

စံပြု အသုံးပြုမှုများ

Pressure switch များအား စက်ရုံအလုပ်ရုံ လုပ်ငန်းများတွင် အသုံးများပါသည်။ မော်တာတစ်လုံးအား turn off လုပ်ရန် နှင့် pilot warning light တစ်လုံးအား turn on လုပ်ရန် အသုံးပြုသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခုအား ပုံ ၈.၇ တွင်ပြသထားပါသည်။ ယင်း လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် pressure switch အား control relay ဖြင့် ချိတ်ဆက်ထားပါသည်။ pressure မြင့်မားလာသောအခါတွင် control relay သည် မော်တာ starter အားဆက်သွယ်ထားသော normally closed contact အား open လုပ်ခြင်းဖြင့် motor အား ရပ်တန့်ပေးပါသည်။ normally open ဖြစ်နေသော PSCR (pressure switch control relay) contact သည် close ဖြစ်သွားကာ pilot light အား turn on လုပ်ခြင်းဖြင့် high pressure အခြေအနေအား ပြဆိုပါသည်။ မှတ်သားရန်မှာ ယခုဖော်ပြထားသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းဥပမာတွင် pressure switch အနေဖြင့် normally open နှင့် normally close contact များအားဖြင့် နှစ်မျိုးစလုံး လိုအပ်ပါသည်။ ထိုသို့သောအနေအထားသည် pressure switch တစ်ခုအတွက် အသုံးပြုလေ့ရှိသော contact arrangement မဟုတ်ပေ။ ပြဿနာများအား ဖြေရှင်းနိုင်ရန် pressure switch သည် control relay တစ်ခုကဲ့သို့ လုပ်ဆောင်ပါသည်။ ယင်းသည် အသုံးများသော စက်မှုလုပ်ငန်းသုံး control လုပ်သည့် စံနစ်ဖြစ်ပါသည်။

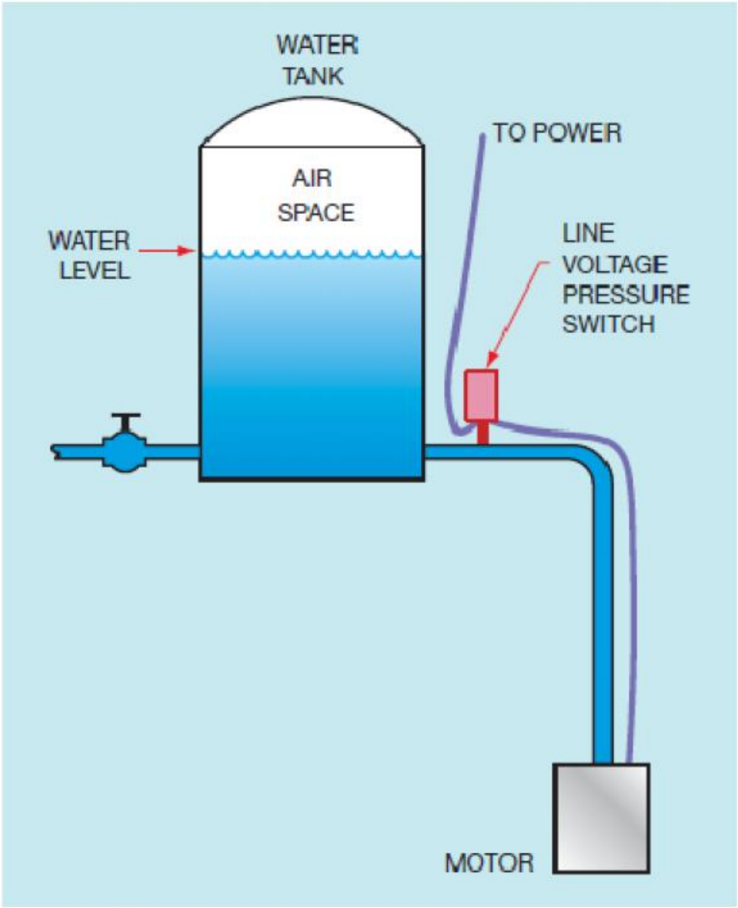


ပုံ ၈.၂ metal bellows အမျိုးအစား pressure switch တစ်ခု ဖြစ်ကာ ယင်းအား ၂၀၀၀ psi အထိရှိသော pressure များအထိ အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။



ပုံ ၈.၃ ၁၅ ၀၀၀psi အထိရှိသော pressure များအထိ အသုံးပြုနိုင်သော piston type pressure switch

ပုံ ၈.၄ line voltage အသုံးပြုသော pressure switch



ပုံ ၈.၅ line voltage အသုံးပြုသော pressure switch တစ်ခုဖြစ်ပြီး pump motor တစ်လုံးအား operation လုပ်ပုံ

Pressure Sensor များ

Pressure switch များအား electrician များအတွက် လုပ်ငန်းခွင်တွင် ကြုံတွေ့ကြုံနေကျ pressure sensing လုပ်သော ပစ္စည်းများအဖြစ် အထူးသဖြင့် စက်မှုလုပ်ငန်းခွင် တို့တွင်လည်း တွေ့မြင်နိုင်ပါသည်။ pressure တစ်စုံတစ်ရာသော level သို့ရောက်ရှိသည်ကိုသာ သိရှိရန် လိုအပ်သကဲ့သို့ pressure ပမာဏ မည်မျှရှိသည်ကိုလည်းသိရှိထားရန်လိုအပ်ပါသည်။ ထိုသို့သော sensor များအား instrumentation နယ်ပယ်တွင်သာ ယေဘုယျအားဖြင့် အသုံးများကြသော်လည်း electrician တစ်ယောက်အနေဖြင့် sensor အမျိုးမျိုးရှိကြသည်တို့မှ ယင်းတို့ မည်ကဲ့သို့ လုပ်ဆောင်ကြသည် ဆိုသည်ကို ရင်းနှီးကျွမ်းဝင်နေသင့်ပါသည်။

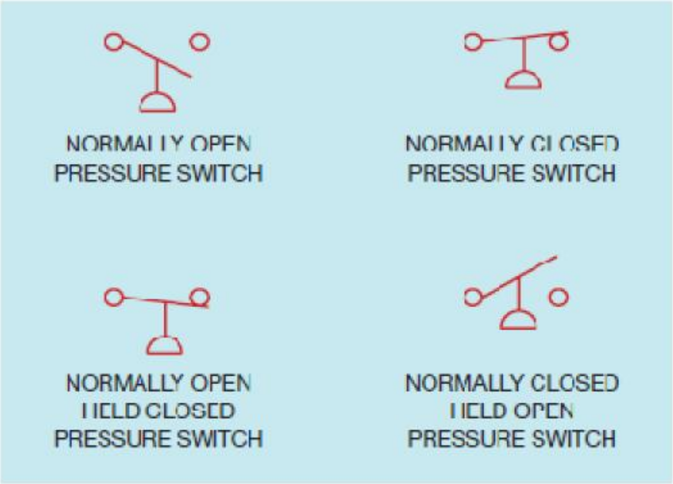
Pressure sensor တို့အား ယင်းတို့ sensed လုပ်၍ရရှိလာသော pressure ပေါ်တွင်မူတည်ကာ output voltage သို့မဟုတ် current အား ထုတ်လုပ်ပေးနိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။ piezoresistive sensor (ပုံ ၈.၈) များသည်ယင်းတို့၏ သေးငယ်မှု၊ သုံးရအဆင်ပြေမှုနှင့် တိကျမှုတို့ကြောင့် အလွန်ထင်ရှားပါသည်။ ယင်း sensor များအား ၀ မှ ၁psi နှင့် ၀ မှ ၃၀ psi အထိ range များအားဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။ silicon diaphragm အား sensing element အဖြစ် integrated circuit chip တွင် အသုံးပြုပါသည်။ chip တွင် piezoresistance လေးခုအား bridge circuit အနေဖြင့် ဆက်သွယ်အသုံးပြုထားပါသည် (ပုံ ၈.၉)။ diaphragm သို့ pressure သက်ရောက်သောအခါတွင် piezoresistor များ၏ ခုခံမှုသည် သက်ရောက်သော pressure နှင့်အတူ အချိုးညီစွာ ပြောင်းလဲသွားကြကာ ယင်းသို့သော ပြောင်းလဲမှုသည် bridge ၏ balance ဖြစ်နေမှုအား ပြောင်းလဲစေပါသည်။ V0 တွင်ဖြစ်ပေါ်သော ဗို့အားသည် သက်ရောက်သော pressure နှင့် အချိုးကျပေမည် (V0 = V4 – V2 [V3 အား reference အဖြစ်ထားရှိသော်]။ စံပြု မီလီဗို့ output နှင့် pressure များအား အောက်တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။

၁ psi = ၄၄ မီလီဗို့

၅ psi = ၁၁၅ မီလီဗို့

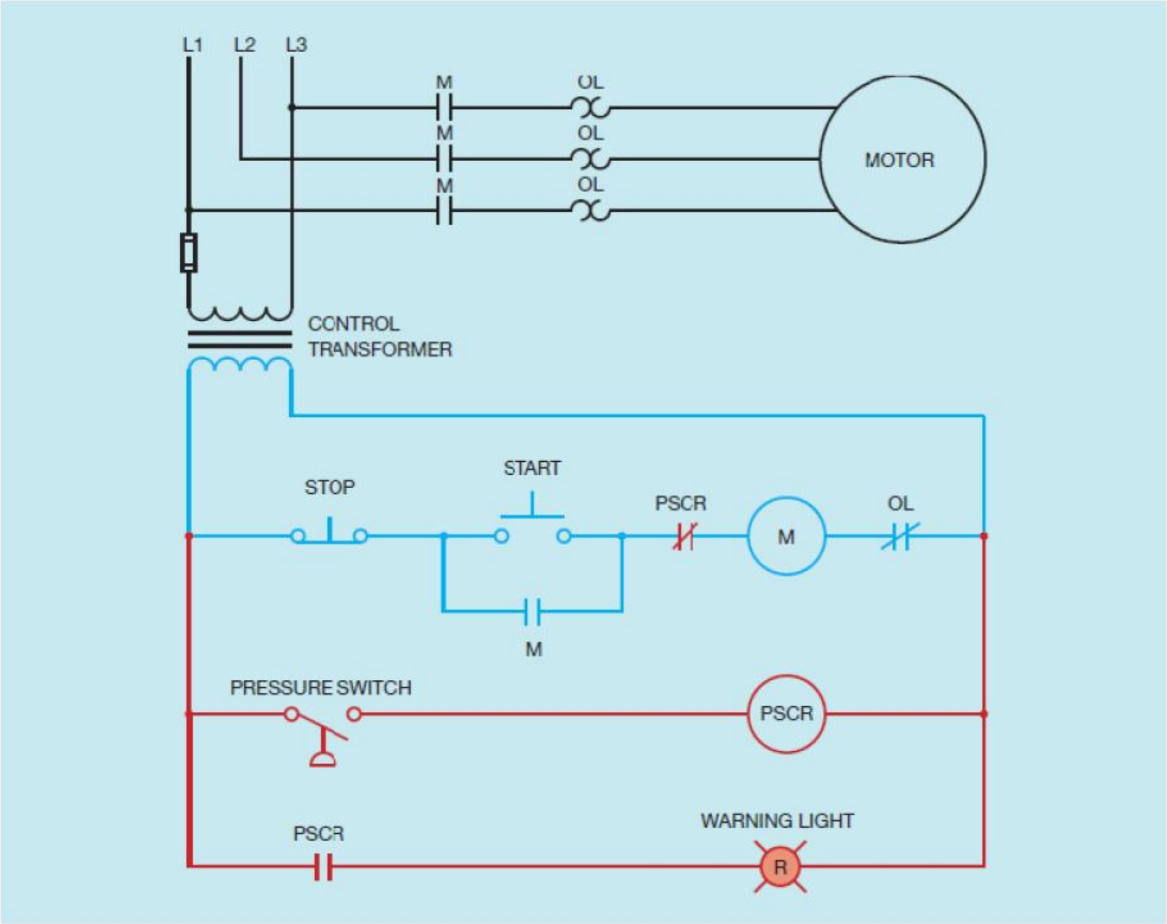
၁၅ psi = ၂၂၅ မီလီဗို့

၃၀ psi = ၃၁၅ မီလီဗို့

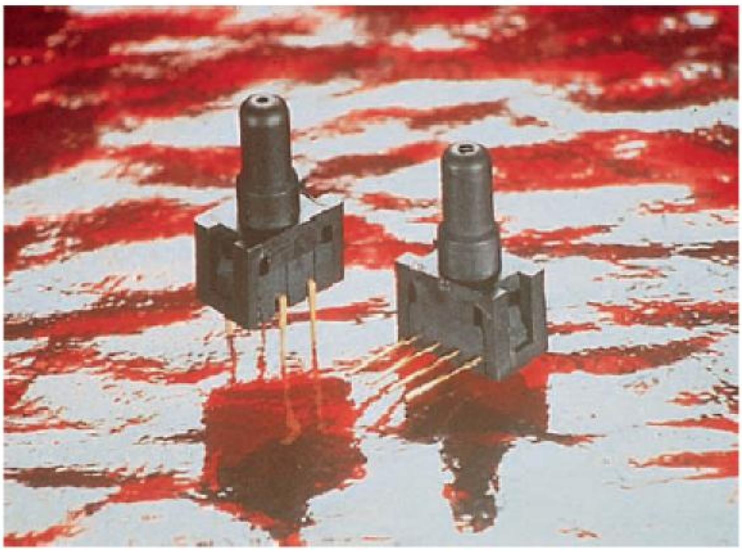


ပုံ ၈.၆ pressure switch သင်္ကေတများ

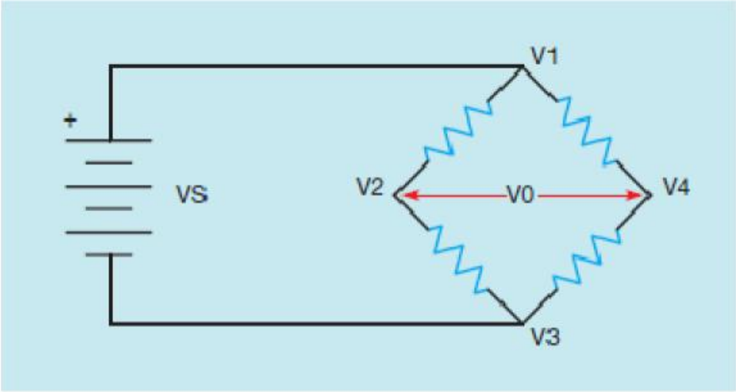
Piezoresistive sensor နောက်တစ်မျိုးအား ပုံ ၈.၁၀ တွင်ပြသထားပါသည်။ ယင်း sensor သည် absolute pressure၊ gage pressure သို့မဟုတ် differential pressure အစရှိသည်တို့အတွက် အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ vacuum အား sense လုပ်နိုင်သော ယူနစ်များအားလည်း ရရှိနိုင်ပါသည်။ ထိုသို့သော sensor များသည် ၀ မှ ၁၊ ၀ မှ ၂၊ ၀ မှ ၅၊ ၀ မှ၁၅၊ ၀ မှ ၃၀ နှင့် ၀ မှ -၁၅ (လေဟာနယ်) range အတွင်းရှိသော pressure များအား sense လုပ်နိုင်သော အမျိုးအစားများအဖြစ် ရရှိနိုင်ပါသည်။ sensor အတွင်းတွင် operational amplifier ပါရှိပြီး pressure နှင့်လိုက်ဖက်အချိုးကျသော output ဗို့အားကို ရရှိစေပါသည်။ ထိုသို့သော ယူနစ်တို့အတွက် ပုံမှန် supply voltage သည် ဒီစီ ၈ဗို့ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းယူနစ်၏ regulated output ဗို့အားသည် ၁ မှ ၆ ဗို့ဖြစ်ပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် sensor သည် ၀ မှ ၅ psi range အတွင်းရှိသော pressure အား sense လုပ်ရန် ရည်ရွယ်ပါသည်။ ၀ psi တွင် sensor သည် output ဗို့အား ၁ ဗို့အား ထုတ်လုပ်ပေးပါမည်။ ၁၅ psi တွင်မူ sensor သည် output ဗို့အား ၆ ဗို့အား ထုတ်လုပ်ပေးမည်ဖြစ်ပါသည်။ Ratio-metric output ဖြင့် ရရှိနိုင်သော sensor များလည်း ရှိပါသည်။ ratiometric ဆိုသော စကားလုံးသည် output ဗို့အားသည် supply ဗို့အားနှင့် အချိုးကျသည် ဟု ဆိုလိုခြင်းဖြစ်ပါသည်။ supply ဗို့အား အား ၅၀% ဖြစ်သော ၁၂ ဗို့သို့ တိုးမြှင့်လိုက်သည်ဟု ဆိုကြပါစို့။ output ဗို့အားသည်လည်း ၅၀% တိုးလာပေမည်။ sensor သည် ယခုအခါတွင် ၀ psi တွင် ၁.၅ ဗို့ကို ထုတ်လုပ်ပေးပါက ၁၅ psi အခြေအနေတွင် ၉ ဗို့ကို ထုတ်လုပ်ပေးပါမည်။



ပုံ ၈.၇ high pressure အခြေအနေတွင် မော်တာအား turns off လုပ်ပြီးနောက် သတိပေး မီးအား turn on လုပ်ပုံ



ပုံ ၈.၈ piezoresistive pressure sensor



ပုံ ၈.၉ piezoresistive bridge

ပုံ ၈.၁၀ Differential pressure sensor

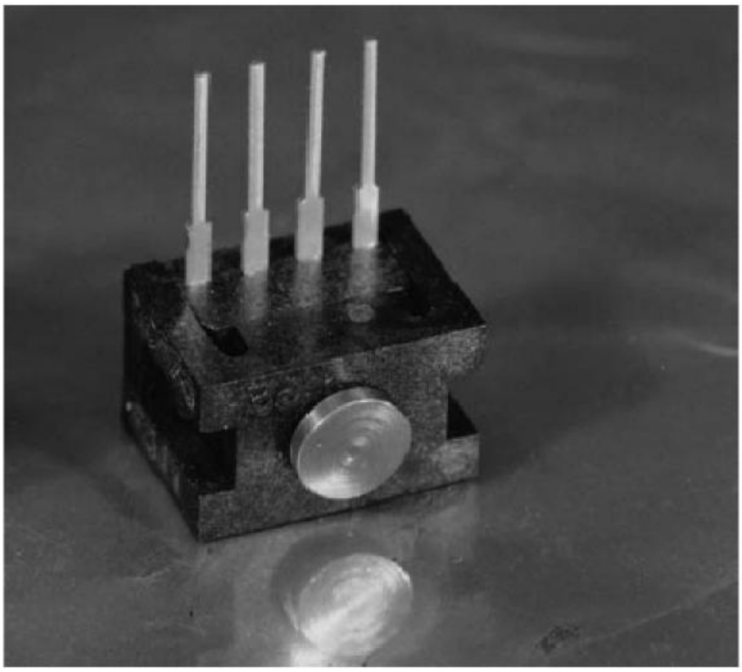
ပုံ ၈.၁၁ low pressure များအတွက် pressure မှ လျှပ်စီးအဖြစ် ပြောင်းလဲပေးသော sensor

ပုံ ၈.၁၂ high pressure အတွက် pressure မှ လျှပ်စီးအဖြစ်သို့ ပြောင်းလဲပေးသော sensor

အခြားသော sensor တို့အား regulated output ဗို့အားအစား output လျှပ်စီး ၄ မှ ၂၀ မီလီအမ်ပီယာ ရရှိစေရန် ထုတ်လုပ်ထားပါသည် (ပုံ ၈.၁၁)။ pressure အားဖြင့် ၂၅၀ psi အထိ မြင့်မားစွာ တိုင်းတာနိုင်သော pressure မှ လျှပ်စီး ပြောင်းလည်းပေးသည့် sensor တစ်မျိုးအား ပုံ ၈.၁၂ တွင်ပြသထားပါသည်။ ယင်း sensor အား normally open သို့မဟုတ် normally close output

များအတွက် set point detector အဖြစ်လည်း အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ လိုက်ဖက်အချိုးကျသော ဗို့အား အစား လျှပ်စီး output အား ထုတ်လုပ်ပေးနိုင်သော sensor များသည် ပတ်ဝန်းကျင်မှ သံလိုက်စက်ကွင်းများကြောင့်ဖြစ်လာနိုင်သော induce noise များနှင့်ပတ်သက်၍ ပြဿနာနည်းပါးကာ ဝါယာရှည်လျားစွာသွယ်တန်းမှုအတွက်လည်း ဗို့အားဆုံးရှုံးမှု မဖြစ်ပေါ်နိုင်ပေ။

ပုံ ၈.၁၃ flow-through pressure sensor



ပုံ ၈.၁၄ Force sensor

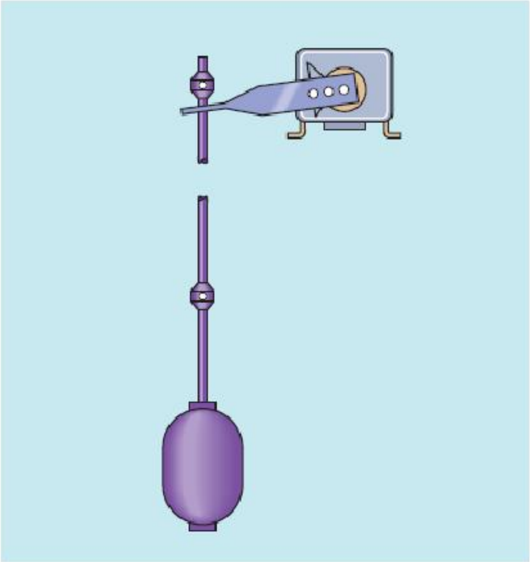
Flow-through pressure sensor အား ပုံ ၈.၁၃ တွင်ပြသထားပါသည်။ ယင်း သို့သော sensor အမျိုးအစားတို့အား လက်ရှိ ရှိနေသော system အတွင်း ကိုက်ညီအောင်ထည့်သွင်း တပ်ဆင်နိုင်ပါသည်။ in-line pressure sensor တို့အား လက်ရှိ ရှိနေသော system အတွင်း အလွယ်တကူ ထည့်သွင်းတပ်ဆင်နိုင်ပါသည်။

ပုံ ၈.၁၄ တွင် pressure sensor တစ်မျိုးဖြစ်သော force sensor ကိုဖော်ပြထားပါသည်။ ယင်း sensor တွင် silicon piezoresistive element အား pressure ပမာဏ မည်မျှ သက်ရောက်သည် ဆိုသည်ကို ဆုံးဖြတ်နိုင်ရန် sensing element အဖြစ် အသုံးပြုပါသည်။

အခန်း ၉

Float Switch များ

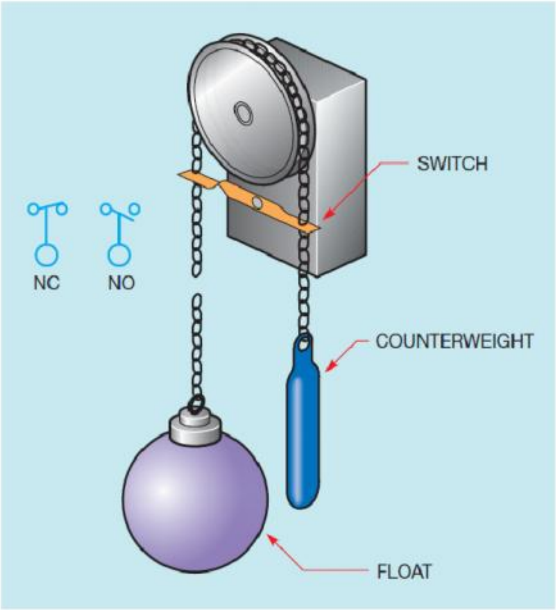
Float switch များအား tank သို့မဟုတ် sump အတွင်းရှိ ရေ သို့မဟုတ် အရည် တို့၏ level ပြောင်းလဲသွားချိန်တွင် pump motor အား စတင်မောင်းနှင်ရန် သို့မဟုတ် ရပ်တန့်ပစ်ရန် အသုံးပြုပါသည်။ float switch များအား ပြန်လှန်လျှပ်စီး နှင့် တိုက်ရိုက်လျှပ်စီးအသုံးပြုသော pump motor များတို့၏ magnetic starter များအား အလိုအလျောက် control လုပ်နိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းပြုထားကာ ဝန်အားနည်းပါးသော မော်တာများအားလည်း အလိုအလျောက် တိုက်ရိုက် control လုပ်နိုင်ပါသည်။



ပုံ ၉.၁ rod ဖြင့် operate လုပ်သော float switch

Float switch တစ်လုံး၏ လုပ်ဆောင်မှုကို ရေကန်အတွင်းထားရှိသော float တစ်ခုအား အထက်တက် သို့မဟုတ် အောက်ဆင်း ရွေ့လျားခြင်းဖြင့် control လုပ်ပါသည်။ float ၏ ရွေ့လျားမှုသည် rod သို့မဟုတ် chain (ပုံ ၉.၁) အား operate ဖြစ်စေပြီး (ပုံ ၉.၂) တွင်ပြထားသော counterweight ကြောင့် electrical contact များအား ဖွင့်ခြင်း သို့မဟုတ် ပိတ်ခြင်းတို့ ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။ float switch ၏ contact တို့သည်

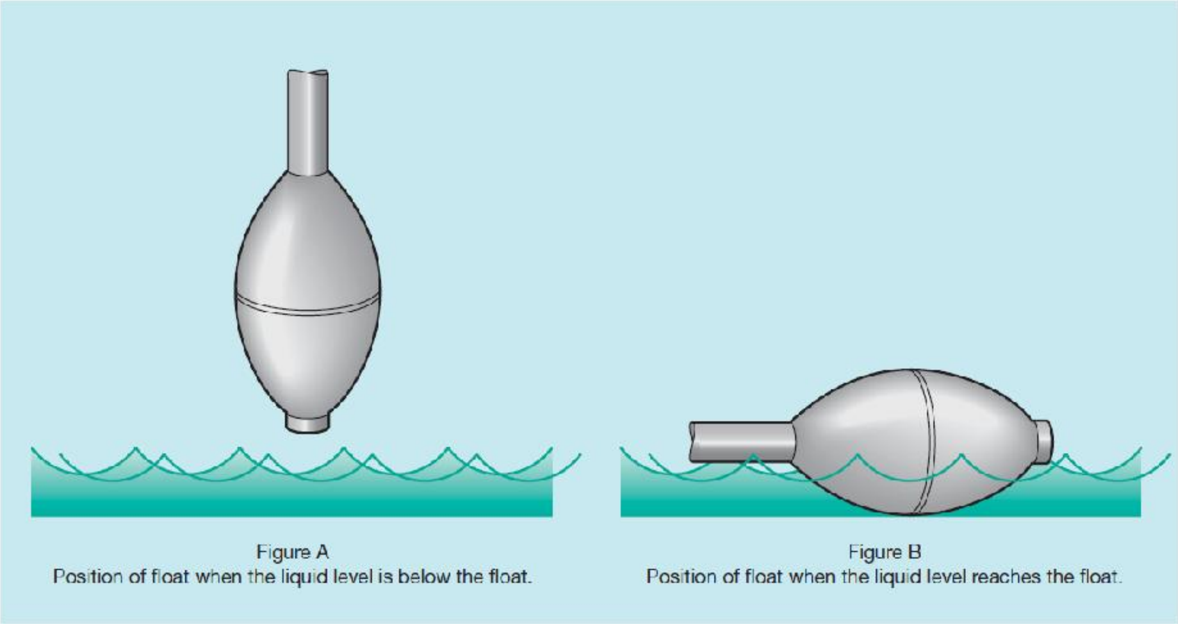
normally open သို့မဟုတ် normally close တစ်ခုမဟုတ်တစ်ခု ဖြစ်ကာ ယင်းတို့သည် ရေအတွင်း နစ်မြုပ်မနေသင့်ပါ။ float switch တို့အား pump motor ဖြင့် ချိတ်ဆက်ထားကာ tank သို့မဟုတ် sump တို့အတွက် pumping application များ သို့မဟုတ် tank ရေဖြည့်ခြင်းများအား contact arrangement အပေါ်တွင် မူတည်ကာ လုပ်ဆောင်နိုင်ပါသည်။



ပုံ ၉.၂ normally closed (NC) နှင့် normally open (NO) wiring သင်္ကေတများနှင့် chain ဖြင့် operate လုပ်သော float switch

Mercury Bulb Float Switch

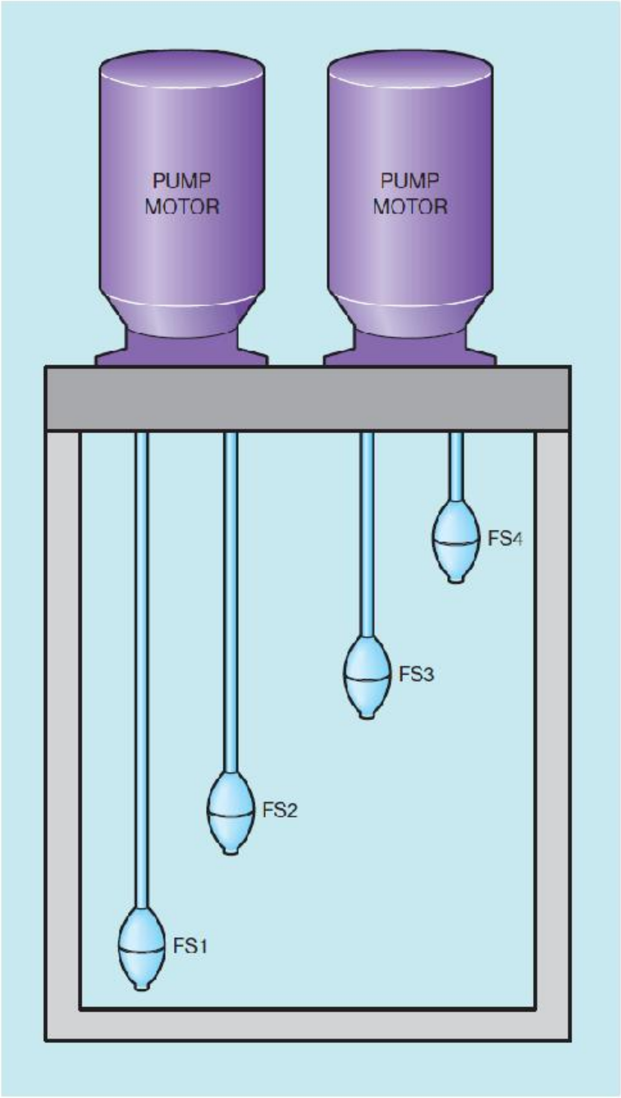
လူသိများထင်ရှားသော float switch တစ်မျိုးမှာ mercury bulb အမျိုးအစား float switch ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းသို့သော float switch တို့အား operate လုပ်ရန် float rod သို့မဟုတ် chain အစရှိသည်တို့အပေါ်တွင်မမှီခိုတော့ပေ။ mercury bulb switch အား conductor တစ်ခုတွင် ချိတ်ဆက်ထားသော rubber bulb ကဲ့သို့ မြင်တွေ့ရနိုင်ပါသည်။ bulb အတွင်းတွင် mercury contact တစ်စုံရှိနေပါသည်။ အရည်တစ်ခု၏ level သည် bulb ရှိနေသော အနေအထားအောက်ရောက်နေပါက ယင်းသည် ထောင်လိုက် တွဲလောင်းရှိနေပေမည် (ပုံ ၉.၃ (က))။ အရည်၏ level သည် bulb ရှိနေသော အနေအထားအထိမြင့်တက်လာပါက ယင်းသည် ရေပြင်ညီ အနေအထားသို့ ပြောင်းလည်းသွားပေမည် (ပုံ ၉.၃ (ခ))။ ယင်းသို့ အနေအထားပြောင်းလည်းသွားမှုသည် mercury switch အတွင်းရှိ switch ၏ အနေအထားအား ပြောင်းလည်းစေပါသည်။



ပုံ ၉.၃ mercury bulb အမျိုးအစား float switch

Mercury bulb float switch တွင် rod သို့မဟုတ် chain အမျိုးအစား float switch များကဲ့သို့ differential setting မရှိသည့်အတွက် pump motor တစ်လုံးအား control လုပ်နိုင်ရန် တစ်ခုထက်ပိုသော mercury bulb float switch များ လိုအပ်ပါသည်။ အရည်၏ differential level အား tank အတွင်းရှိ မတူညီသော အမြင့်များတွင် ချိတ်ဆွဲထားသော mercury bulb switch များအားဖြင့် ဆုံးဖြတ်နိုင်ပါသည်။ ပုံ ၉.၄ တွင် pump motor နှစ်လုံးနှင့် အရည် level အမြင့် အတွက် alarm တို့လုပ်ဆောင်ရန်အတွက် mercury bulb type switch လေးခုတပ်ဆင်ထားပုံကို ပြသထားပါသည်။ control လျှပ်စီးပတ်လမ်းအား ပုံ ၉.၅ တွင်ပြသထားပါသည်။ float switch FS1 သည် tank အတွင်းရှိ အရည်၏ အနိမ့်ဆုံးအမှတ်အား စုံစမ်းကာ pump motor နှစ်လုံးစလုံးအား off လုပ်စေပါသည်။ float switch FS2 သည် အရည် level သည် ယင်း၏ အမြင့်သို့ရောက်ချိန်တွင် ပထမ pump motor အား စတင်မောင်းနှင်ပါမည်။ အကယ်၍ pump#1 သည် tank ၏ level အား control မလုပ်နိုင်ပါက အရည် level သည် ဆက်လက်မြင့်တက်လာ မည်ဖြစ်ခြင်း ကြောင့် float switch FS3 သည် pump motor နောက်တစ်ခုဖြစ်သော pump#2 အား စတင်မောင်းနှင် ပေမည်။ float switch FS4 သည် သတိပေးအချက်ပြမီးနှင့် buzzer တို့အား operate လုပ်စေကာ tank သည် overflow ဖြစ်တော့မည့်အကြောင်းကို သတိပေးပါမည်။ reset button အား အသုံးပြုကာ buzzer

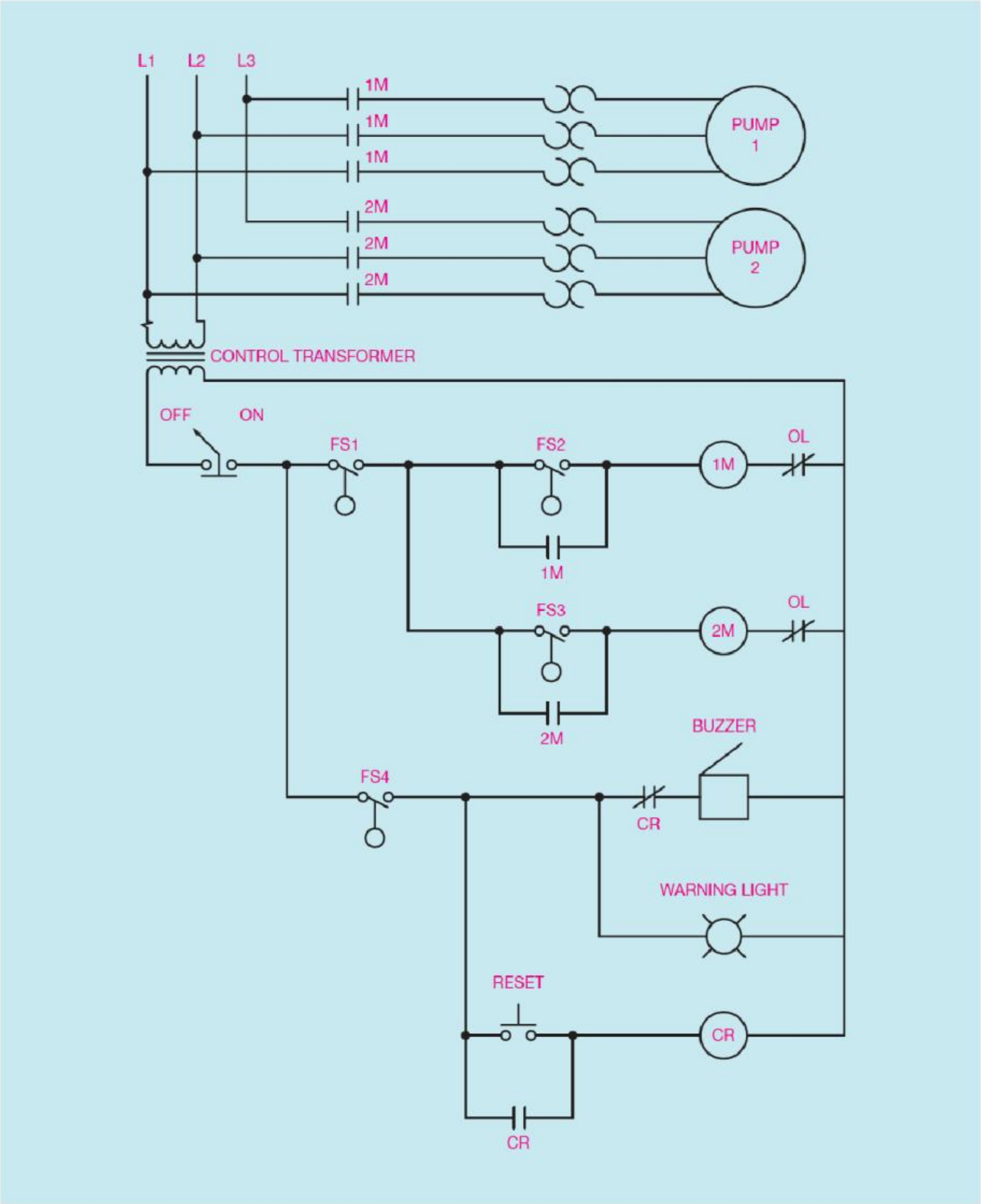
အား turn off လုပ်နိုင်သော်လည်း သတိပေးအချက်ပြမီး မှာမူ ရေ level သည် float switch FS4 အောက်သို့ မရောက်သွားမချင်း လင်းနေပေလိမ့်မည်။



ပုံ ၉.၄ float level အား conductor အလျားဖြင့် set လုပ်ခြင်း

Bubbler System

အရည် level ကို sense လုပ်သော နောက်တစ်နည်းမှာ bubbler system ဖြစ်ပါသည်။ ယင်း နည်းတွင် float switch များအား အသုံးမပြုပါ။ အရည် level အား pressure switch အသုံးပြုကာ ပုံ ၉.၆ အတိုင်း sense လုပ်ပါသည်။ ယင်း system ၏ ကောင်းကျိုးတစ်ခုမှာ pressure switch သည် tank ၏ အပြင်ဖက်တွင် ရှိနေသည့်အတွက် ယင်း system အား ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းမှုပြုရာတွင် tank အား ဖွင့်ရန်မလိုအပ်တော့ပေ။



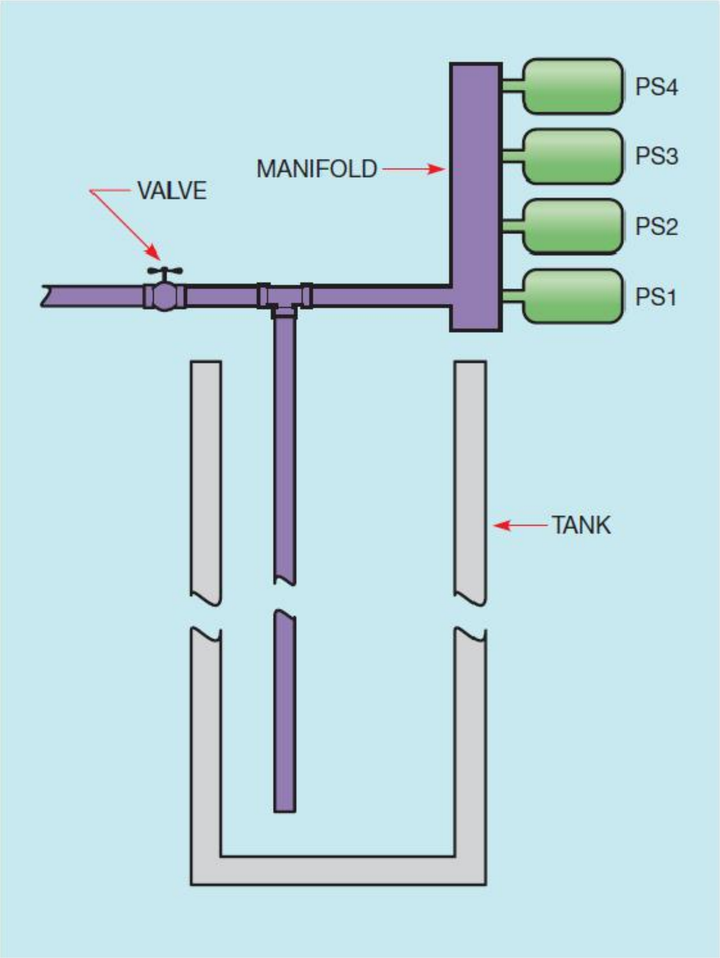
ပုံ ၉.၅ အရည် level အမြင့် သတိပေးမှုပါသော pump နှစ်လုံး မောင်းနှင်အသုံးပြုရန် control

Bubbler system အား air line တစ်ခုဖြင့် ဆက်သွယ်ထားကာ ယင်းအား manifold တစ်ခုတွင် အထိုင်ချတပ်ဆင်ထားပြီးနောက် နောက်ထပ် line တစ်ခုဖြင့် အရှည်ဆက်ပြီးနောက် tank အတွင်း

ချထားပါသည်။ လက်ကိုင် valve အား အသုံးပြုကာ အမြင့်ဆုံး air flow အား ချိန်ညှိပါသည်။ bubbler system တစ်ခု အလုပ်လုပ်ပုံမှာ tank အတွင်းရှိ အရည်၏ level မြင့်တက်လာသည်နှင့် tank အတွင်းရှိ line အတွင်းသို့ မှုတ်သွင်းရသည့် air pressure ပိုမိုလိုအပ်လာပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် ၁ စတုရန်းလက်မ ရှိသော ကော်လံအတွင်း ရေသည် ၂၆.၇ လက်မ အမြင့်ရှိပါက အလေးဆ အားဖြင့် ၁ ပေါင်ရှိပါသည်။ ယခုအခါ အတွင်းပိုင်း ဧရိယာ ၁ စတုရန်းလက်မရှိသော ပိုက်သည် အလျား ၁၀ ပေရှိသည်ဟု ယူဆထားပါမည်။ ထို့ကြောင့် pipe အတွင်း မှုတ်သွင်းရန် air pressure ၄.၄၉၄ ပေါင် လိုအပ်ပါမည်။

$$\frac{120\ in}{26.7psi} = 4.494lbs$$

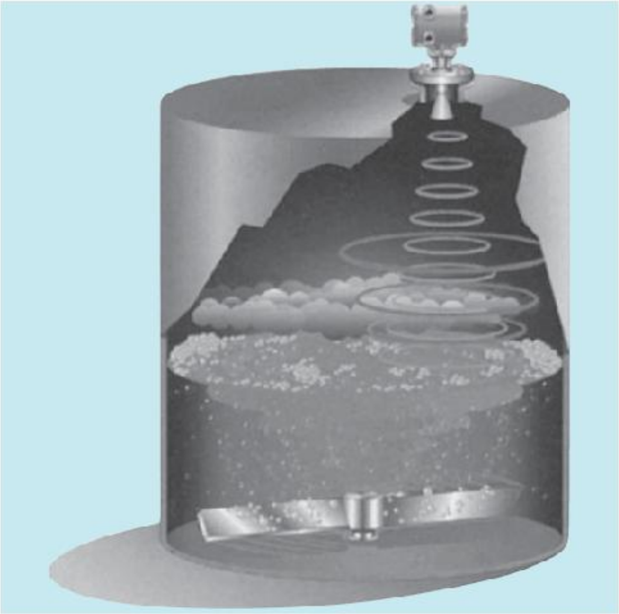
အကယ်၍ ရေအမြင့်သည် ၇ပေသာဖြစ်ခဲ့ပါက ဖိအားအနေဖြင့် ၃.၁၄၆ psi သာ လိုအပ်ပေတော့မည်။ လိုအပ်သော bubble air ရရှိစေရန် ပိုက်မှ မှုတ်သွင်းရသော pressure လိုအပ်ချက်သည် အရည်၏ အမြင့်နှင့် တိုက်ရိုက်အချိုးကျကာ pressure switch များသည် အရည်၏ level အား တိကျစွာ တိုင်းတာပါသည်။ ပုံ ၉.၆ တွင်ပြထားသော pressure switch တို့အား pump circuit နှစ်ခုအား control လုပ်ရန်အတွက်ဖြစ်ကာ ယခင်က ဖော်ပြဆွေးနွေးခဲ့သကဲ့သို့ပင် ပုံ ၉.၅ တွင်ဖော်ပြထားသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းမှ float switch များအား pressure switch များဖြင့် အစားထိုးသကဲ့သို့ပင်ဖြစ်ပါသည်။



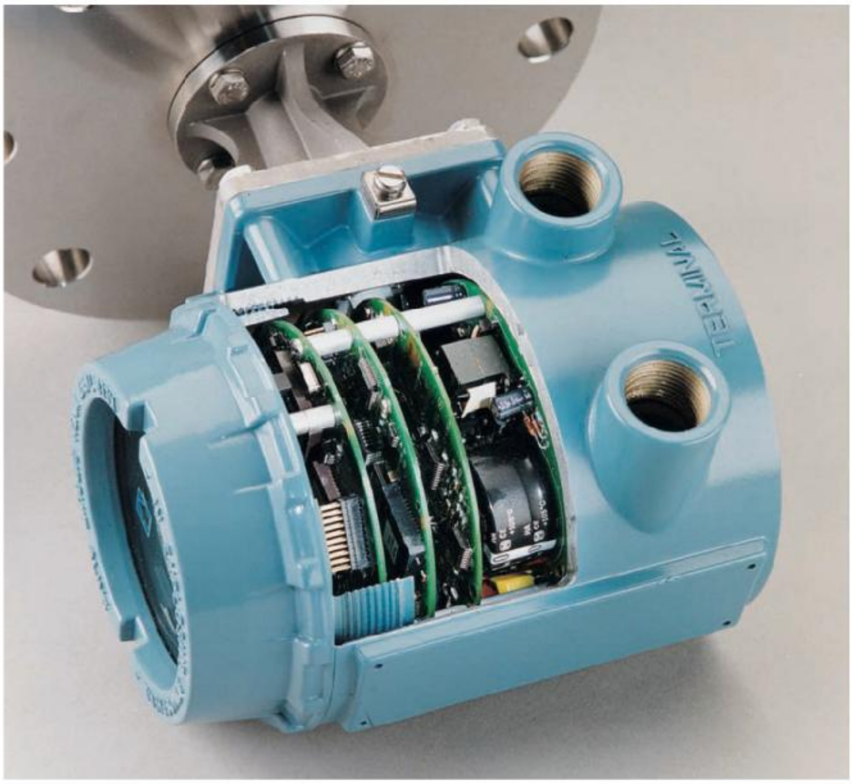
ပုံ ၉.၆ အရည် level အား စုံစမ်းစစ်ဆေးသော bubbler system

Microwave အသုံးပြုသော Level Gauge

Microwave level gauge သည် ၂၄ ဂီဂါဟာဇ် မျှရှိသော မြင့်မားသော ဖရီကွင်စီ signal တစ်ခုအား tank ဆီသို့ ပို့လွှတ်ကာ ယင်း product အထံသို့ ပြန်လာသော signal အား တိုင်းတာခြင်းဖြင့် frequency difference အားတိုင်းတာရရှိစေခြင်းဖြင့် လုပ်ဆောင်ပါသည် (ပုံ ၉.၇)။ microwave level gage အသုံးပြုခြင်း၏ အဓိကအကျိုးပြုမှုမှာ product အတွင်း မည်သည့် mechanical object နှင့်မျှ ထိတွေ့မနေခြင်း သို့မဟုတ် ထည့်သွင်းအသုံးပြုခြင်း မရှိခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။ gauge သည် turbulent level၊ လေဖိသွင်း လည်ပတ်မှု၊ အစိုင်အခဲတို့၏ ဖိအား၊ စေးပျစ်မှု၊ corrosive fluid များ အားတိုင်းတာမှုပြုရာတွင် အလွန်အသုံးဝင်ပါသည်။ ပျစ်သောအရည်များနှင့် slurries တို့နှင့်လည်း ကောင်းမွန်စွာ အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ microwave level gauge ၏ ပိုင်းဖြတ်ပုံအား ပုံ၉.၈ တွင်မြင်တွေ့နိုင်ပါသည်။



ပုံ ၉.၇ microwave gauge တစ်ခု operation လုပ်ပုံ



ပုံ ၉.၈ microwave level gauge တစ်ခု၏ ပိုင်းဖြတ်ပုံမြင်ကွင်း

ပုံ ၉.၉ တွင် ပြသထားသော gauge သည် ၄ မှ ၂၀ မီလီအမ်ပီယာအထိရှိသော analog signal ရရှိစေနိုင်ပါသည်။ ယင်း gauge သည် RTD (Resistance Temperature Detector) တစ်ခုအား လက်ခံအသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ ယင်း gauge သည် level မည်မျှ ရောက်ရှိနေသည်ကို configure လုပ်နိုင်ကာ ထုထည် သို့မဟုတ် စံပြုထားသော ထုထည်အား တွက်ချက်ပေးနိုင်ပါသည်။ ပုံ ၉.၉ တွင် မီတာပါသော microwave level gauge အား ပြသထားပါသည်။

ပုံ ၉.၉ မီတာပါသော microwave level gauge

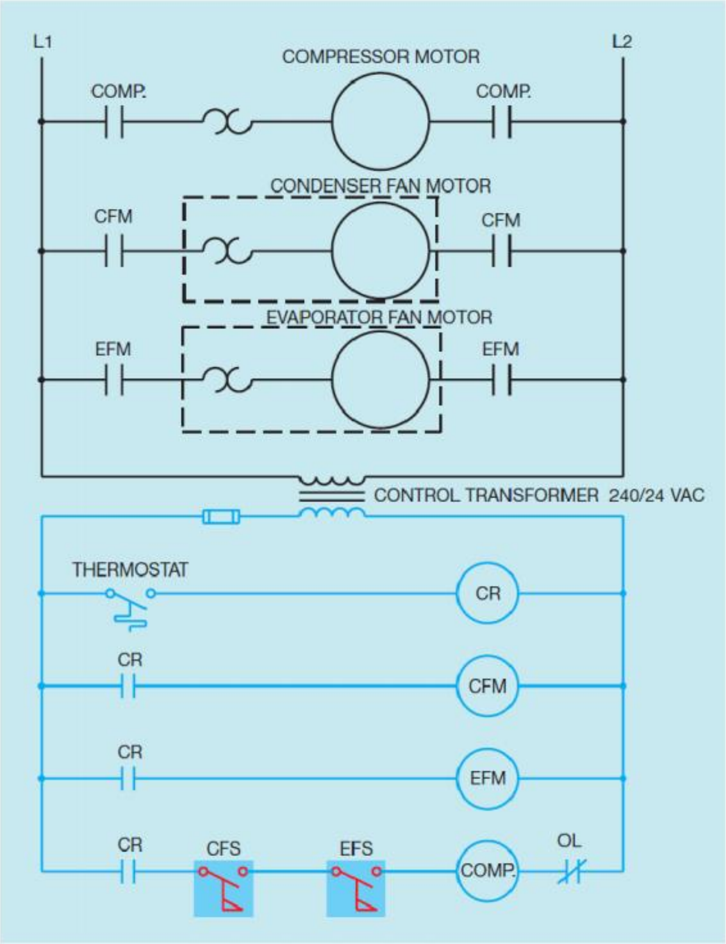
အခန်း ၁၀

Flow Switch များနှင့် Sensor များ

Flow switch များအား ပြွန် သို့မဟုတ် ပိုက် အတွင်း လေ သို့မဟုတ် အရည်တို့ ရွေ့လျားမှုအား စုံစမ်းနိုင်ရန်အတွက် အသုံးပြုပါသည်။ air flow switch များအား မကြာခဏ ဆိုသလို sail switch များဟုခေါ် ဆိုကြကာ sensor mechanism သည် ရွက်လွှင့်နေသကဲ့သို့ ဖြစ်နေခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပါသည် (ပုံ ၁၀.၁)။ air flow switch အား snap-action micro switch တစ်ခုဖြင့် တည်ဆောက်ထားပါသည်။ micro switch တွင် metal arm တစ်ခု တပ်ဆင်ထားပါသည်။ မျက်နှာပြင်ဧရိယာကျယ်သော ပါးလွှာသော သတ္တုချပ သို့မဟုတ် ပလပ်စတစ်စသည် လေစီးဆင်းမှုအား ခုခံမှုပြုနိုင်စေပါသည်။ ရွက် (sail) အား လေများ ထုနှင့်ထည်နှင့် စီးသောအခါတွင် switch နှင့် ချိတ်ဆက်ထားသော metal arm အား operate ရန် အတွက် လုံလောက်သော အားကို ရရှိစေပါသည်။

ပုံ ၁၀.၁ Air flow switch

Air flow switch များကြောင့် air conditioning နှင့် refrigeration ပတ်လမ်းများတွင် compressor အား စတင်မောင်းနှင်ခြင်းမပြုမီတွင် evaporator သို့မဟုတ် condenser fan အား operating လုပ်ခြင်းအားဖြင့် positive indication ရရှိစေပါသည်။ ထိုသို့သော ပတ်လမ်းအမျိုးအစားအား ပုံ ၁၀.၂ တွင်ပြသထားပါသည်။ thermostat contact သည် close ဖြစ်သွားချိန်တွင် control relay ဖြစ်သော CR သည် energize ဖြစ်သွားကာ CR contact များအားလုံးကို close လုပ်ပါသည်။

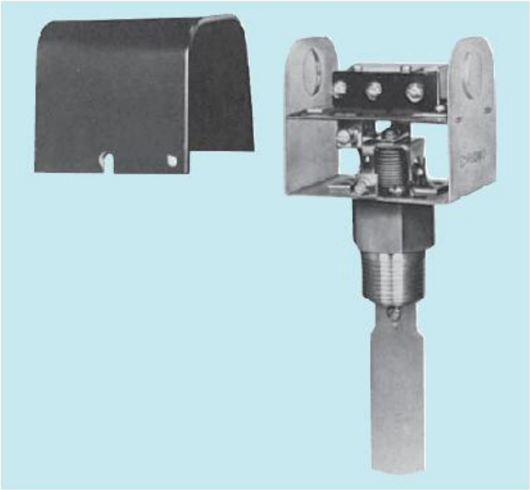


ပုံ ၁၀.၂ compressor စတင်ခြင်းမပြုမီတွင် လေ၏ positive movement ကိုဖော်ပြသည့်

Air Flow switch များ

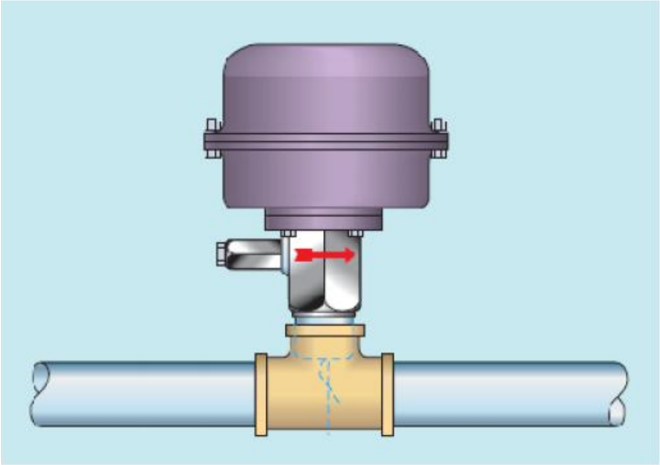
ထို့ကြောင့် condenser fan motor relay (CFM) နှင့် evaporator fan motor relay (EFM) နှစ်ခုစလုံးတို့အား energize ဖြစ်စေပါသည်။ normally open ဖြစ်နေသည့် air flow switch များကြောင့် compressor relay (COMP.) သည် စတင်နိုင်ခြင်းမရှိပါ။ condenser fan နှင့် evaporator fan

နှစ်ခုစလုံးတို့ စတင်လည်ပတ်ပါက လေရွေလျားမှုကြောင့် air flow switch နှစ်ခုစလုံးတို့သည် close ဖြစ်သွားကာ compressor relay အတွက် လျှပ်စီးပတ်လမ်း တစ်ပတ်ပြည့်သွားပါသည်။



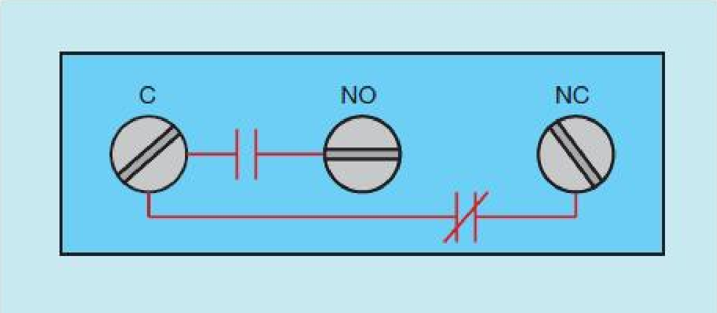
ပုံ ၁၀.၃ Liquid flow switch

ထိုသို့သော လျှပ်စီးပတ်လမ်းများတွင် သတိပြုရန်မှာ normally close ဖြစ်နေသော overload contact သည် compressor contactor နှင့်သာ တန်းဆက်ဖြစ်နေသည်ကို ပြသထားပါသည်။ ထို့အတူ မျဉ်းစက်လိုင်းသည် condenser fan motor နှင့် overload သင်္ကေတ တို့အတွဲ နှင့် evaporator fan motor နှင့် overload သင်္ကေတတို့အတွဲ အား ဂန်းရံလျှက်ဆွဲသားထားသည်ကို သတိပြုမိသင့်ပါသည်။ ထိုသို့သော ညွှန်ပြချက်မှာ ယင်း မော်တာတို့အတွက် overload သည် မော်တာနှင့်အတူရှိနေသည်ဟု ဆိုလိုကာ control circuit ၏ အစိတ်အပိုင်းများ မဟုတ်ကြပေ။



ပုံ ၁၀.၄ tee အတွင်း တပ်ဆင်ထားသည့် flow switch

Liquid flow switch များတွင် paddle တပ်ဆင်ထားပြီး ပိုက် အတွင်း ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ကြပါသည် (ပုံ ၁၀.၃)။ flow switch တစ်လုံးအား ပုံ ၁၀.၄ တွင်ပြသထားသည့်အတိုင်း line တွင်ရှိသော tee တစ်ခု၏ နေရာတွင် တပ်ဆင်နိုင်ပါသည်။ line အတွင်း အရည် ရွေ့လျားပါက paddle အပေါ်တွင် အားသက်ရောက်သောကြောင့် contact များအား အနေအထားပြောင်းသွားစေပါသည်။

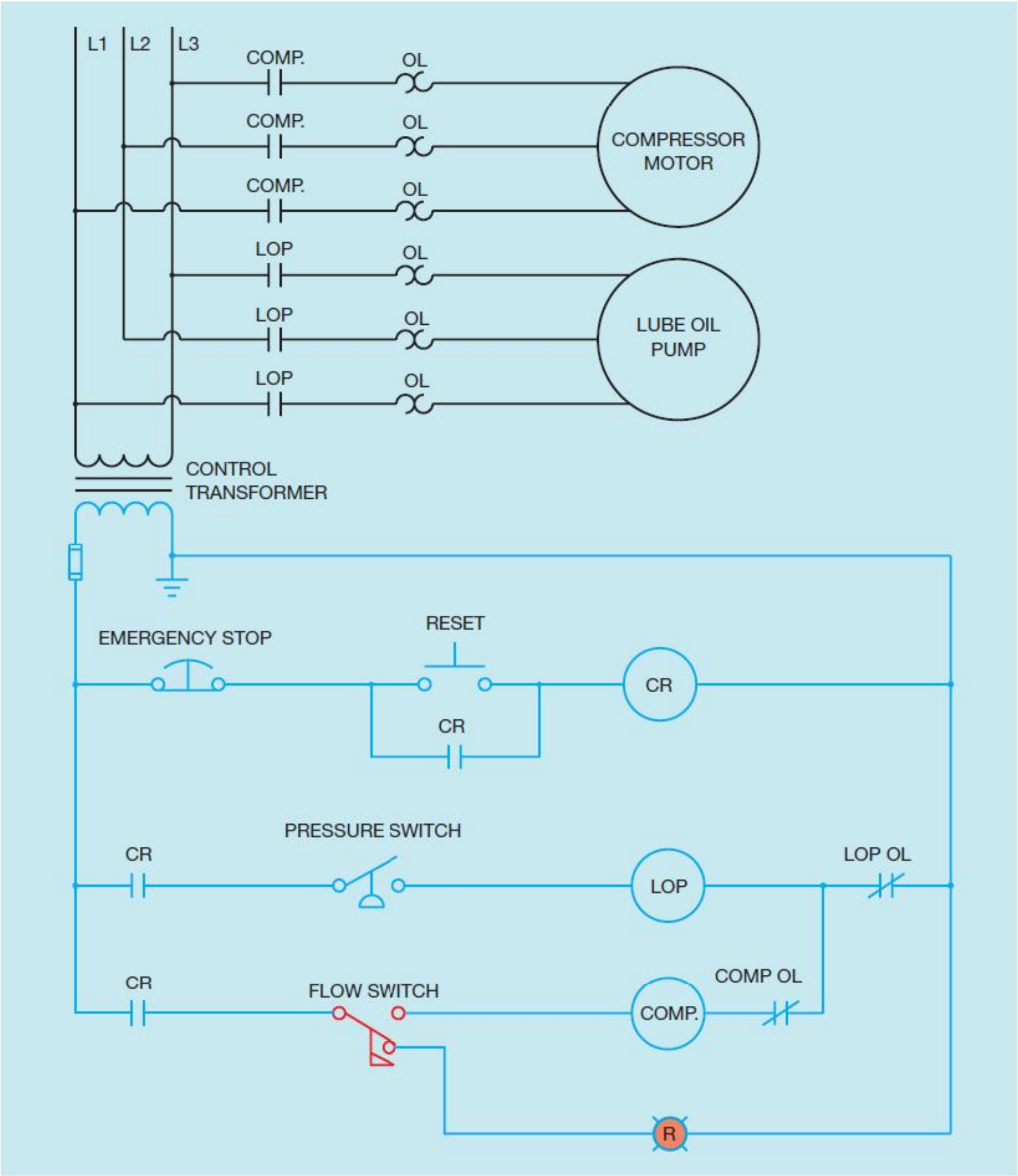


ပုံ ၁၀.၅ single-pole double-throw micro switch တစ်ခုအား ဆက်သွယ်ထားပုံ

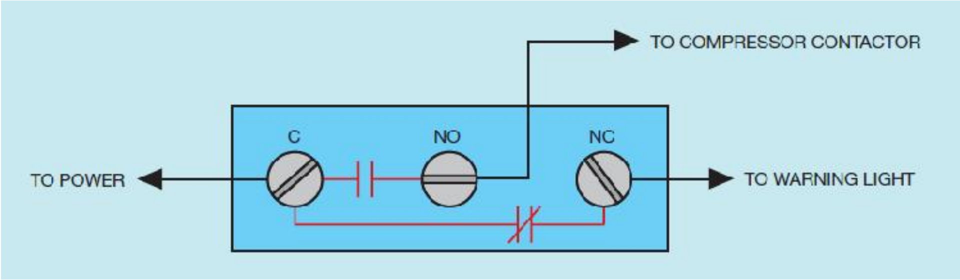
မည်သည့် flow switch ကို အသုံးပြုသည်ဖြစ်စေ၊ ယင်းတို့တွင် single-pole double-throw micro switch တစ်ခု ပါရှိပါသည် (ပုံ ၁၀.၅)။ flow switch များအား လျှပ်စီးအနည်းငယ်သာ အသုံးပြုသော contactor သို့မဟုတ် relay coil သို့မဟုတ် pilot light တို့အား control လုပ်ရာတွင် အသုံးပြုပါသည်။ flow switch တစ်လုံး၏ normally open နှင့် normally close ဖြစ်နေသော contact နှစ်ခုစလုံးအား အသုံးပြုထားသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းအား ပုံ ၁၀.၆ တွင်ပြသထားပါသည်။ ယင်းပတ်လမ်းသည် air compressor တစ်လုံး operation လုပ်ဆောင်နိုင်ရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားသော ပတ်လမ်းဖြစ်ပါသည်။ ယင်း ပတ်လမ်းတွင် normally open push button အား reset button အနေဖြင့် အသုံးပြုထားပါသည်။
control လျှပ်စီးပတ်လမ်း၏ အစိတ်အပိုင်းများ အတွက် ပါဝါမပေးပို့မီတွင် control relay သည် အလျင်ဦးစွာ energize ဖြစ်နေရပါမည်။ pressure switch ၏ contact သည် close ဖြစ်သွားသည်နှင့် power အား lube oil pump relay အထံသို့ ပေးပို့ပါသည်။ compressor အား စတင်လည်ပတ်ရန်ခွင့်မပြုမီတွင် flow switch သည် ဆီ စီးဆင်းမှုအား စုံစမ်းစစ်ဆေးပေမည်။ ဆီစီးဆင်းမှု မရှိပါက အနီရောင် သတိပေးမီးဖြင့် အသိပေးမည်ကို သတိပြုသင့်ပါသည်။ ထိုသို့သော ပတ်လမ်းတွင် flow switch အား တပ်ဆင်ရာတွင် control relay contact မှ ပါဝါအား flow switch ၏ common terminal တွင် တပ်ဆင်ခြင်းအားဖြင့် normally open နှင့် normally close ဖြစ်နေသော contact များအား ပါဝါပေးပို့နိုင်ပါသည် (ပုံ ၁၀.၇)။ switch ၏ normally open ဖြစ်နေသော အပိုင်းသည် compressor

contactor ၏ ကွိုင်နှင့် ဆက်နေကာ normally close ဖြစ်နေသောအပိုင်းမှာမူ အနီရောင် pilot light နှင့် ချိတ်ဆက်ထားပါသည်။

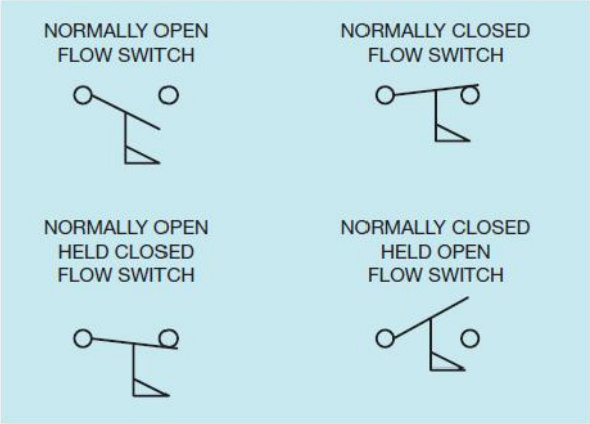
လေ သို့မဟုတ် အရည် အစရှိသည့် မည်သည့်အရာဖြစ်စေကာမူ ယင်းတို့၏ ရွေ့လျားမှုအား flow switch အသုံးပြုကာ sense လုပ်မည်ဟု ရည်ရွယ်ခဲ့လျှင် NEMA မှ သတ်မှတ်ထားသော သင်္ကေတသည် အတူတူပင်ဖြစ်ပါသည်။ ပုံ ၁၀.၈ တွင် flow switch နှင့် ပတ်သက်သော NEMA သင်္ကေတများအား ဖော်ပြထားပါသည်။



ပုံ ၁၀.၆ oil flow မရှိခြင်းအား အနီရောင် သတိပေးမီးဖြင့် ဖော်ပြပုံ



ပုံ ၁၀.၇ flow switch အား ဆက်သွယ်ထားပုံ



ပုံ ၁၀.၈ NEMA မှ စံပြုသတ်မှတ်ထားသော flow switch သင်္ကေတများ

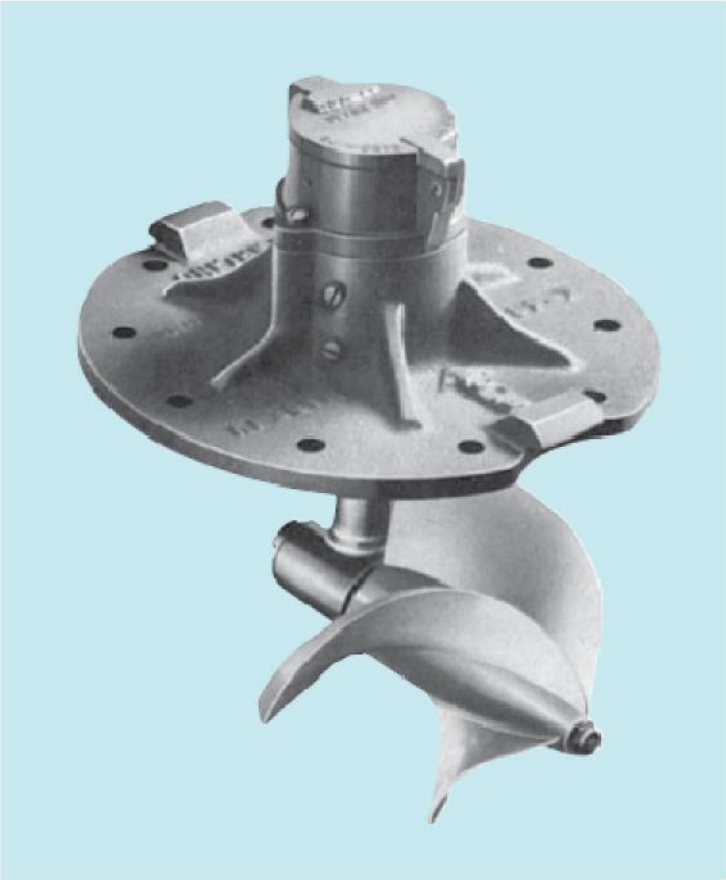
Flow Sensor များ

Flow switch များအား ပိုက် တစ်ခုအတွင်း စီးဆင်းသော အရည် သို့မဟုတ် ပြွန် တစ်ခုအတွင်း စီးဆင်းသော လေ အစရှိသည်တို့အား စုံစမ်းစစ်ဆေးနိုင်ရန် အသုံးပြုကြပါသည်။ သို့သော် flow switch တို့သည် ယင်း ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသွားသော လေ သို့မဟုတ် အရည်တို့၏ ပမာဏ မည်မျှ ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသွားသည်ကို မစုံစမ်းနိုင်ပေ။ အရည် သို့မဟုတ် လေ မည်မျှ ပမာဏ စီးဆင်းသည်ကို စုံစမ်းစစ်ဆေးနိုင်ရန် transducer အား အသုံးပြုရပါမည်။ transducer ဆိုသည်မှာ energy ပုံစံတစ်မျိုးမှ နောက်တစ်မျိုးသို့ ပြောင်းလည်းပေးသော ပစ္စည်းဖြစ်ပါသည်။ flow sensor သည် အရည် သို့မဟုတ် အငွေ့တို့ရွေ့လျားမှုကြောင့် ရရှိလာသော kinetic energy အား လျှပ်စစ်စွမ်းအင်အဖြစ်သို့ ကူးပြောင်းပေးပါသည်။ flow sensor များစွာတို့အား output လျှပ်စီး ၄ မှ ၂၀ မီလီအမ်ပီယာ ထုတ်လုပ်နိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။ တိုင်းတာလိုသော အရည် သို့မဟုတ် အငွေ့တို့၏ စီးဆင်းမှုအားတိုင်းတာနိုင်ရန် ဒီဇိုင်းပြုထားသော programmable controller သို့မဟုတ် မီတာအတွက် ယင်းလျှပ်စီးအား input signal အဖြစ်အသုံးပြုနိုင်ပါသည် (ပုံ ၁၀.၉)။

ပုံ ၁၀.၉ အရည်စီးဆင်းနှုန်းကို တိုင်းတာရာတွင် အသုံးပြုသော မီတာတစ်လုံးနှင့် flow sensor အမျိုးမျိုး

Liquid Flow Sensor များ

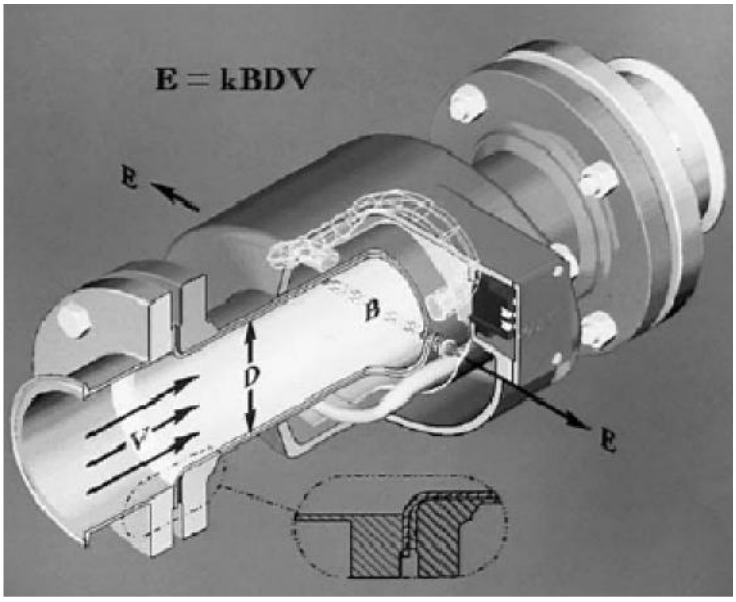
ပိုက်အတွင်း ရှိသော အရည်၏ flow rate အား တိုင်းတာရန် နည်းလမ်းပေါင်းများစွာရှိပါသည်။ ယင်းတို့မှ နည်းလမ်းတစ်ခုမှာ turbine အမျိုးအစား sensor အသုံးပြုခြင်းဖြစ်ပါသည် (ပုံ ၁၀.၁၀)။ turbine sensor တွင် turbine blade တစ်ခုပါရှိကာ ယင်းအား အရည်ရှိနေသော ပိုက် အတွင်း ထည့်သွင်းထားပါသည်။ အရည်ရွေ့လျားခြင်းကြောင့် turbine blade လည်ပတ်သွားပါသည်။ blade လည်ပတ်သောနှုန်းသည် ပိုက် အတွင်း အရည်စီးသော ပမာဏနှင့် အချိုးကျပါသည်။ sensor ၏ electrical output အား turbine blade ၏ လည်ပတ်နှုန်းဖြင့် ဆုံးဖြတ်ပါသည်။ turbine အမျိုးအစား sensor တို့၏အားနည်းချက်တစ်ခုမှာ turbine blade ကြောင့် အရည်စီးဆင်းမှုအား ခုခံမှုအချို့ဖြစ်စေခြင်းဖြစ်ပါသည်။



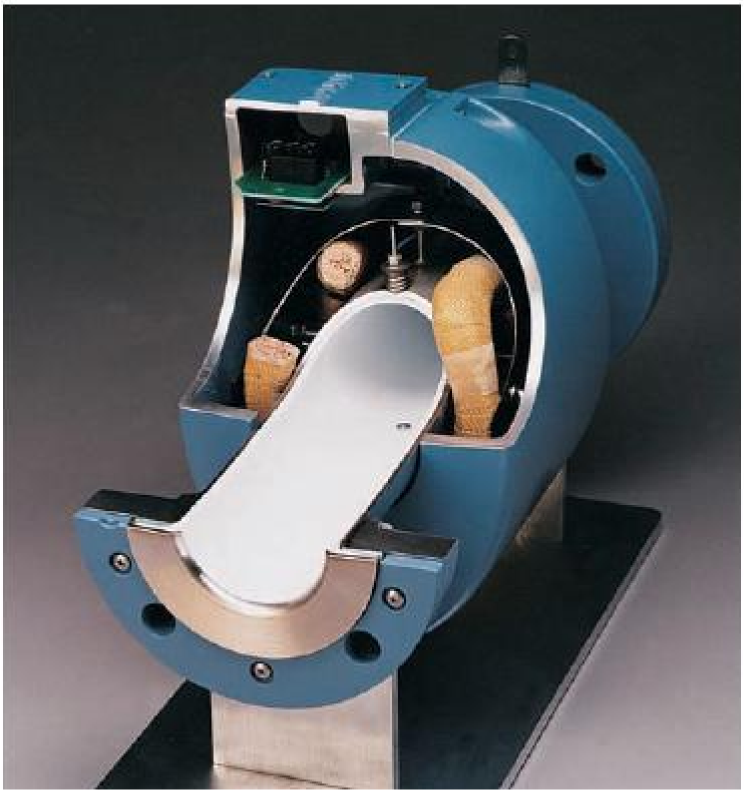
ပုံ ၁၀.၁၀ turbine အမျိုးအစား flow sensor

လျှပ်စစ်သံလိုက် flow sensor များ

Flow sensor နောက်တစ်မျိုးမှာ electromagnetic flow sensor ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းသို့သော sensor များသည် သံလိုက်စက်ကွင်းအတွင်း ရွေ့လျားသော conductor များနှင့်သက်ဆိုင်သော Faraday's Law ဖြင့် operate လုပ်ပါသည်။ အဆိုပါ law မှပြဆိုသည်မှာ conductor တစ်ခုသည် သံလိုက်စက်ကွင်းအတွင်း ဖြတ်သန်းရွေ့လျားရာတွင် ယင်း conductor တွင် ဗို့အားတစ်ခု induced ဖြစ်လာသည်ဟု ဆိုပါသည်။ ယင်း induced ဗို့အားသည် သံလိုက်စက်ကွင်းပြင်းအားနှင့် conductor ၏ ရွေ့လျားသောနှုန်းနှင့် အချိုးကျပါသည်။ electromagnetic flow sensor တွင် ရွေ့လျားသော အရည်သည် conductor သဘောပင်ဖြစ်ပါသည်။ ယေဘုယျ ဥပဒေသအရဆိုရသော် အရည်များတွင် အနည်းဆုံး လျှပ်စီးနိုင်အား ၂၀ micro-ohm per centimeter မျှ ရှိသင့်ပါသည်။



ပုံ ၁၀.၁၁ (က) electromagnetic flow sensor တစ်လုံး လုပ်ဆောင်ပုံနည်းဥပဒေသ



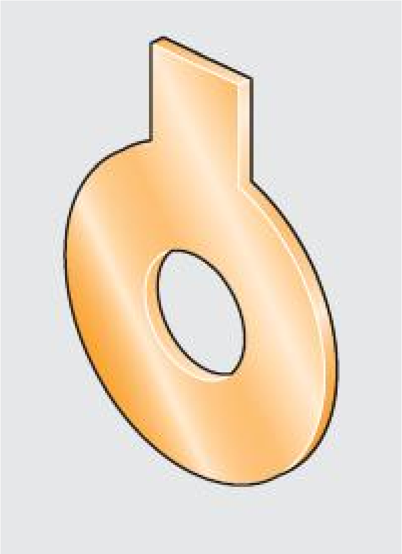
ပုံ ၁၀.၁၁ (ခ) ceramic liner ပါရှိသော electromagnetic flow sensor တစ်လုံး၏ ဖြတ်ပိုင်းပုံ

Flow rate အား sensor ၏ ပိုက်နံ့ဘေးတွင် တင်ဆောင်ထားသော electrode အသေးများဖြင့် တိုင်းတာပါသည်။ ယင်း electrode များသည် sensor ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သော သံလိုက်စက်ကွင်း ကို

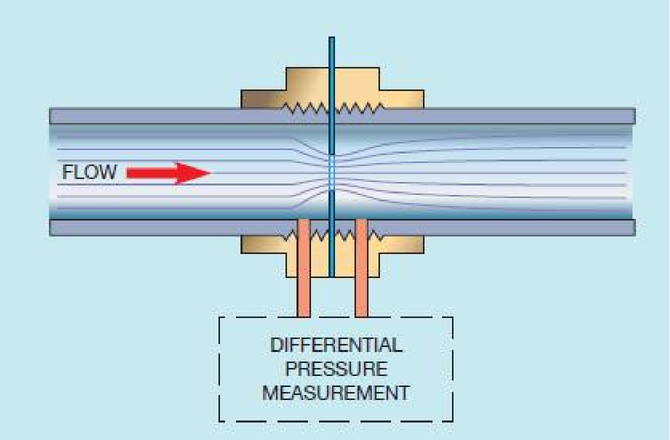
ဖြတ်သန်းသွားသော အရည်တွင် induced ဖြစ်လာသော ဗို့အားပမာဏ ကို တိုင်းတာပါသည် (ပုံ ၁၀.၁၁ (က))။ သံလိုက်စက်ကွင်း၏ ပြင်းအားကို သိထားပြီးဖြစ်သောကြောင့် induced ဗို့အားသည် အရည်၏ စီးဆင်းနှုန်းနှင့် အချိုးကျပေမည်။ ပုံ ၁၀.၁၁ (ခ) တွင် ceramic liner ပါရှိသော electromagnetic flow sensor တစ်ခု၏ ပိုင်းဖြတ်မြင်ကွင်းပုံကို ပြသထားပါသည်။

Orifice Plate Flow Sensor များ

Orifice plate flow sensor များတွင် အရည်စီးဆင်းမည့် လမ်းကြောင်းအတွင်း အရွယ်အစား သတ်မှတ်ထားသည့် orifice plate အား ထည့်သွင်းထားခြင်းဖြင့် လုပ်ဆောင်ပါသည် (ပုံ ၁၀.၁၂)။ plate အား အထူးပြုလုပ်ထားသော flange နှစ်ခုအကြားတွင် တပ်ဆင်ထားပါသည် (ပုံ ၁၀.၁၃)။ ယင်း flange တို့သည် plate တွင် differential pressure meter တပ်ဆင်ထားနိုင်စေရန် အတွက် တည်ဆောက်ထားပါသည်။ orifice အတွင်း အရည်ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသောအခါတွင် plate တလျောက်တွင် pressure မတူညီမှု ဖြစ်ပေါ်ပါသည်။ orifice ၏ အရွယ်အစားအား သိထားပြီးဖြစ်သည့်အတွက် pressure difference သည် အရည်စီးနှုန်းနှင့် အချိုးကျပေမည်။ ယင်းအချက်သည် ခုခံမှုသိပြီးဖြစ်သည့် resistor တစ်ခုတွင် drop ဖြစ်သော ဗို့အားကိုတိုင်းတာခြင်းဖြင့် ယင်းလျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်း လျှပ်စီးမည်မျှစီးဆင်းနေသည်ကို ဆုံးဖြတ်နိုင်သကဲ့သို့ ပင်ဖြစ်ပါသည်။ orifice plate sensor ၏ အားနည်းချက်မှာ line အတွင်း အရည်စီးဆင်းရာတွင် အကန့်အသတ် ရှိနေခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။ differential pressure sensor အား ပုံ ၁၀.၁၄ တွင်ပြသထားပါသည်။



ပုံ ၁၀.၁၂ ဗဟိုတူသော orifice အပြား

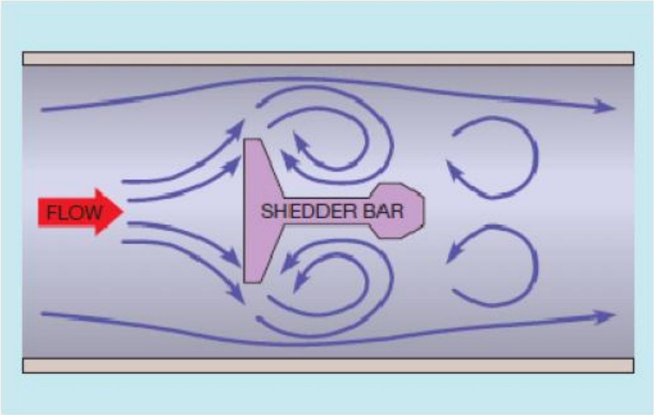


ပုံ ၁၀.၁၃ orifice အပြားအားဖြတ်လျှက် မတူကွဲပြားသော ဖိအားဖြစ်ပေါ်ပုံ

ပုံ ၁၀.၁၄ differential pressure sensor

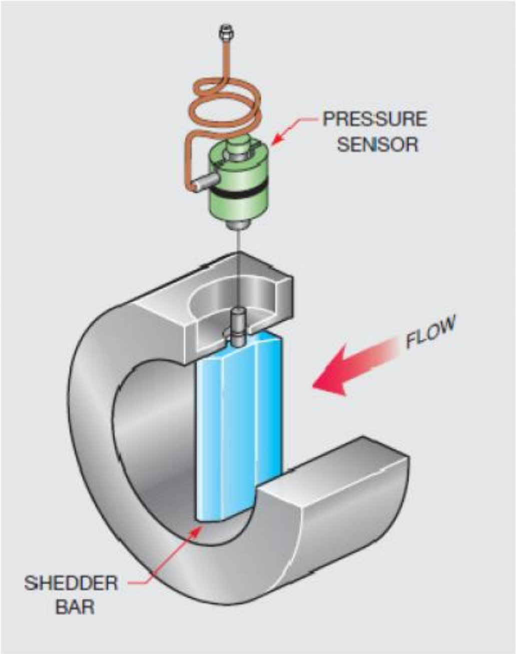
Vortex Flow Sensor များ

ရွေ့လျားနေသော အရည်တစ်ခုသည် object တစ်ခုအား တိုက်မိရာတွင် စီးကြောင်းသည် ဂဲကန်တော့ကဲ့သို့ အလိပ်လိုက် (swirling current သို့မဟုတ် vortex) ဖြစ်သွားသော သဘောသဘာဝအားဖြင့် vortex flow sensor များအား တည်ဆောက်ထားပါသည်။ vortex sensor များတွင် shedder bar အား အရည်စီးကြောင်းအတွင်း ထည့်သွင်းထားခြင်းဖြင့် swirling current ကို ဖြစ်ပေါ်စေပါသည် (ပုံ ၁၀.၁၅)။



ပုံ ၁၀.၁၅ shedder bar ကြောင့် အရည်များသည် အရစ်ခွေသဏ္ဍာန်ဖြစ်စေကာ vortex ကို ဖြစ်ပေါ်စေပြီး bar အပေါ်တွင် ပြန်လှန်ဖိအားတစ်ခုကို ဖြစ်ပေါ်နေစေပါသည်။

ထိုသို့သော swirling current ကြောင့် shedder bar အား တစ်ဖက် တစ်လှည့်စီ ကွေးမှုဖြစ်ပေါ်ပါသည်။ shedder bar သည် pressure sensor နှင့် ချိတ်ဆက်ထားကာ shedder bar ရွေ့လျားသော ပမာဏအား sense လုပ်နိုင်ပါသည် (ပုံ ၁၀.၁၆)။ shedder bar ၏ ရွေ့လျားသော ပမာဏသည် စီးနှုန်းနှင့် အချိုးကျပါသည်။ vortex flow sensor အရွယ်အစား အမျိုးမျိုးအား ပုံ ၁၀.၁၇ တွင်ပြသထားပါသည်။

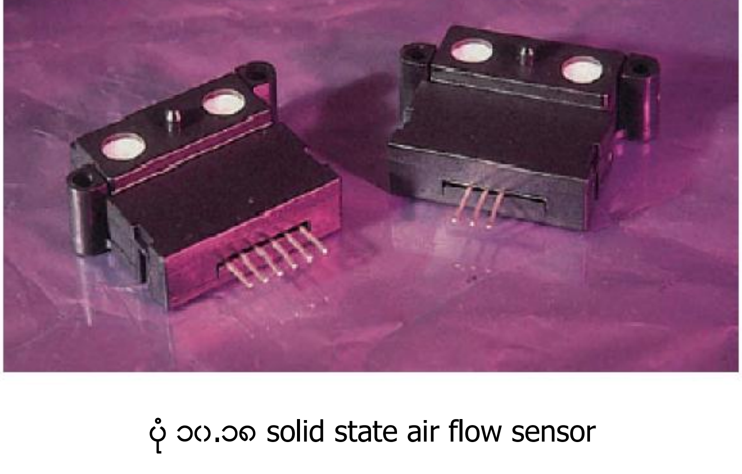


ပုံ ၁၀.၁၆ shedder bar အား လှုပ်ရှားစေခြင်းကြောင့် pressure sensor အတွက် ဖိအားကို ရရှိစေပုံ

ပုံ ၁၀.၁၇ vortex flow sensor များ

Airflow Sensor များ

ထုထည်ကြီးမားသော လေစီးမှုအား ပုံ ၁၀.၁၀ တွင်ပြသထားသော အရည်စီးဆင်းမှု အတွက် sensor များနှင့် အလားသဏ္ဍာန်တူသော prop-driven device များဖြင့် sense လုပ်နိုင်ပါသည်။ ပုံ ၁၀.၁၈ တွင် ပြသထားသည်တို့နှင့် သဏ္ဍာန်တူသော solid-state device များအား လေ သို့မဟုတ် အငွေ့ သေးငယ်သောပမာဏ တို့အား sense လုပ်ရာတွင် အသုံးပြုပါသည်။



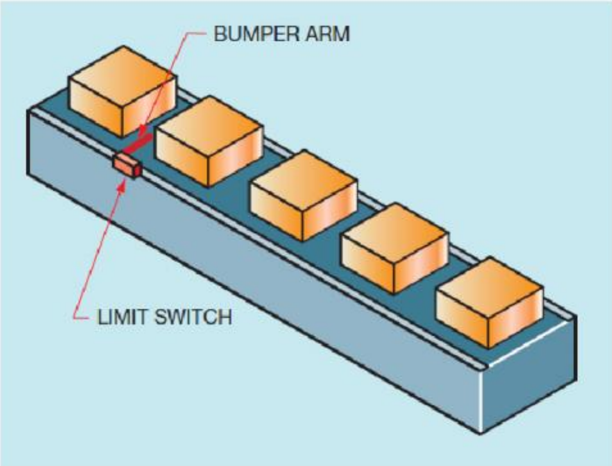
ပုံ ၁၀.၁၈ solid state air flow sensor

ယင်း device တို့သည် မျက်နှာပြင်တစ်ခုအား လေ သို့မဟုတ် အငွေ့ဖြတ်သန်းစီးဆင်းခြင်းကြောင့် heat transfer ဖြစ်ခြင်းသဘာဝ အားဖြင့် operate လုပ်ပါသည်။ ယင်း sensor တွင် thin-film thermally isolated bridge တစ်ခုနှင့်အတူ heater နှင့် temperature sensor များပါရှိပါသည်။ output ဗို့အားသည် sensor မျက်နှာပြင်၏ အပူချိန် အပေါ်တွင် မှီတည်နေပါသည်။ inlet နှင့် outlet port များမှ လေစီးမှု တိုးလာခြင်းသည် heat transfer ပမာဏ ကြီးစွာဖြစ်လာစေကာ sensor ၏ မျက်နှာပြင်အပူချိန် အား လျော့ကျစေပါ သည်။

အခန်း ၁၁

Limit Switch များ

Limit Switch များအား ဝတ္ထု (object) တစ်ခုသည် တစ်စုံတစ်ရာသော နေရာတွင် ရှိနေသည် သို့မဟုတ် မရှိပါ ဆိုသော စုံစမ်းစစ်ဆေးမှုပြုရန်အတွက် အသုံးပြုပါသည်။ ယင်း limit switch တို့အား စက်၏ ရွေ့လျားမှုအားဖြင့် သို့မဟုတ် တစ်စုံတစ်ရာသော object သည် ရှိနေမှု သို့မဟုတ်မရှိနေမှု အစရှိသည်တို့ဖြင့် activate လုပ်နိုင်ပါသည်။ limit switch တွင် bumper arm တစ်မျိုးပါရှိကာ ယင်းအား object မှ ဖိမိစေပါသည်။ bumper arm အမျိုးအစားအား သုံးစွဲလိုသော application အပေါ်တွင်မူတည်ကာ ဆုံးဖြတ်ပါသည်။ bumper arm အား ဖိလိုက်သောသောအခါတွင် ယင်း၏ position ကိုပြောင်းလဲစေပါသည်။



ပုံ ၁၁.၁ limit switch တစ်ခုအား အသုံးပြုကာ conveyer line တစ်ခုအပေါ်ရှိ သေတ္တာများ၏ အနေအထားကို စုံစမ်းစစ်ဆေးပုံ

ပုံ ၁၁.၁ တွင် conveyer line ပေါ်ရှိ box များ၏ position အား စုံစမ်းစစ်ဆေးရန်အတွက် limit switch တစ်ခုအား အသုံးပြုထားပုံကို ပြသထားပါသည်။ ထိုသို့သော limit switch ကိုပင် object တစ်ခုဖြင့်

ထိခိုက်မိပါက ရှည်လျားသော သတ္တုချောင်းအား အဖက်ဖက်သို့ လွတ်လပ်စွာ ရွေ့လျားစေနိုင်ရန်လည်း အသုံးပြုနိုင်ပါ သည်။ ထိုကဲ့သို့သော bumper arm အား wobble stick သို့မဟုတ် wiggle stick ဟု ခေါ်ကြပါသည်။ မတူကွဲပြားသော bumper arm များပါရှိသည့် limit switch များအား ပုံ ၁၁.၂ တွင်ပြသထားပါသည်။

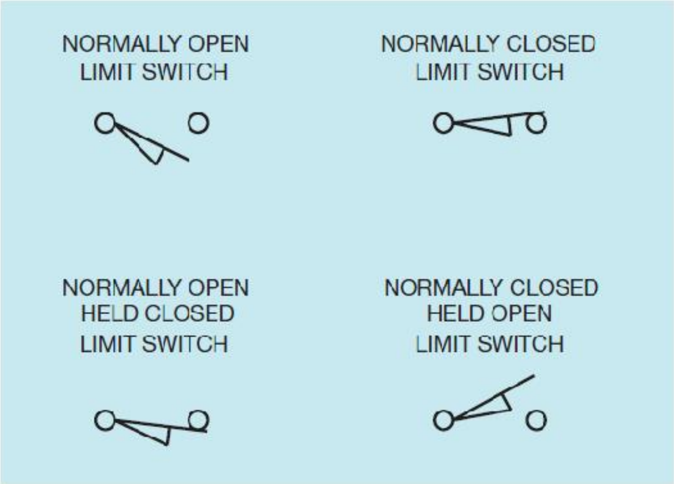
သုံးစွဲမည့် application အပေါ်တွင်မူတည်ကာ limit switch များ၏ အရွယ်အစားနှင့် contact arrangement တို့ ကွဲပြားခြားနားပါသည်။ အချို့အား ရွေ့လျားနေသော object တို့ အကြိမ်ပေါင်း ထောင်နှင့်ချီ၍ တိုက်နိုင်စေရန် heavy gauge metal ဖြင့် ပြုလုပ်ထားပါသည်။ အခြားတို့မှာမူ သေးငယ်ပြီး နေရာအကန့်အသတ်တို့တွင် ဝင်ဆန့်နိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။ အချို့မှာမူ contact တစ်စုံသာ ပါရှိပြီး အခြားသော limit switch တို့မှာမူ contact များစွာပါဝင်ပါသည် (ပုံ ၁၁.၃)။ အချို့သော limit switch တို့မှာ momentary contact (spring return) ပါဝင်ပြီး အချို့မှာမူ maintained contact ပါရှိပါသည်။

ပုံ ၁၁.၂ မတူကွဲပြားသော activating arm များပါရှိသည့် limit switch များ

ယေဘုယျအားဖြင့် limit switch များအား motor starter များ အား control လုပ်ရန် relay တို့၏ coil နှင့် control circuit များအတွင်းတပ်ဆင်အသုံးပြုသည့် pilot device များတွင် အသုံးပြုပါသည်။ ပုံ ၁၁.၄ တွင် NEMA မှ စံပြုထားသော limit switch များနှင့် ပတ်သက်သော သင်္ကေတများအား ပြသထားပါသည်။

switch ၏ သင်္ကေတအောက်တွင် wedge (သပ်) ကို ဆွဲသားထားရှိကာ ယင်းသည် switch ၏ bumper arm ကို ကိုယ်စားပြုပါသည်။

ပုံ ၁၁.၃ contact များအား မြင်တွေ့နိုင်စေရန် အဖုံးဖွင့်ထားသော limit switch

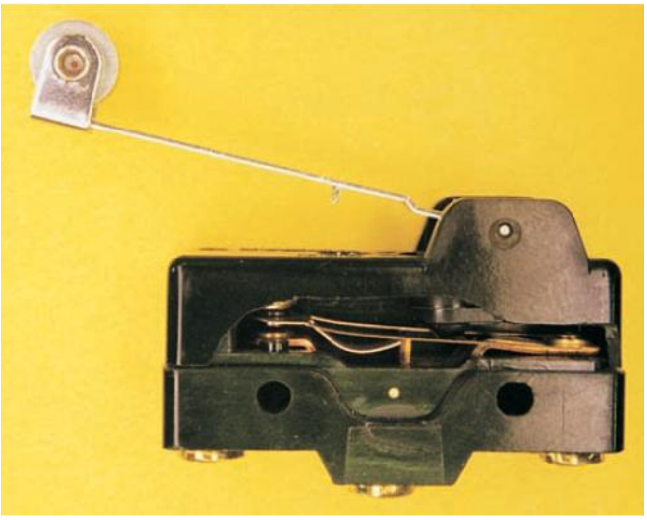


ပုံ ၁၁.၄ NEMA မှ စံပြုသတ်မှတ်ထားသော limit switch များအတွက် သင်္ကေတများ

Micro Limit Switch များ

မတူကွဲပြားသော control လျှပ်စီးပတ်လမ်းများတွင် မကြာခဏ ဆိုသလို အသုံးပြုသော အမျိုးအစားနောက် တစ်မျိုးမှာ micro limit switch သို့မဟုတ် micro switch ဖြစ်ပါသည်။ micro switch များသည် ပုံ ၁၁.၃ တွင်ပြထားသော limit switch များထက် အရွယ်အစား အလွန်သေးငယ်ကာ ကြီးမားသော device များအတွက် အသုံးပြုရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။ micro switch ၏ နောက်ထပ်ဂုဏ်သတ္တိတစ်မျိုးမှာ actuating plunger ဖြစ်ကာ ယင်းအား အနည်းငယ်မျှ ရွေ့လျားစေခြင်းဖြင့် contact ၏ position ကိုပြောင်းလဲစေပါသည်။

ပုံ ၁၁.၅ micro limit switch



ပုံ ၁၁.၆ spring အားအသုံးပြုထားသော contact များပါရှိသည့် အခြေခံ micro switch တစ်ခု

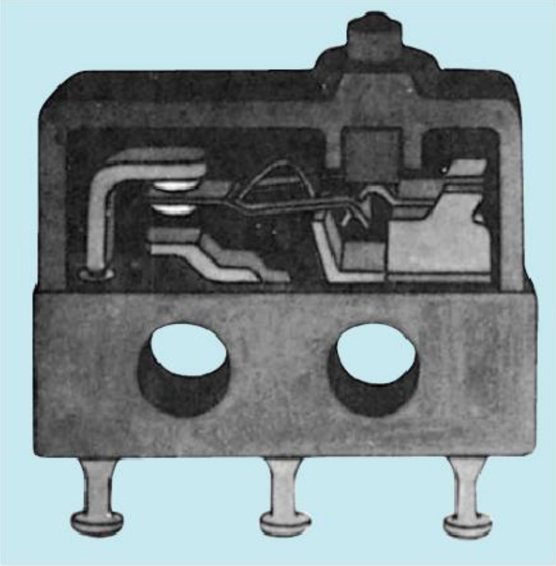
ပုံ ၁၁.၅ တွင်ပြထားသော micro switch တစ်ခုတွင် activating plunger တစ်ခုပါရှိကာ ယင်းသည် switch ၏ ထိပ်ဖက်တွင်ရှိပါသည်။ ယင်းသို့သော switch မျိုးတွင် plunger သည် ဂ.ဂ၁၅ လက်မ သို့မဟုတ် ဂ.၃၈ မီလီမီတာမျှ နှိမ့်ချပေးရန် လိုအပ်ပါသည်။ contact position အတွက် အနည်းမျှသော ရွေ့လျားမှုဖြင့် switching လုပ်နိုင်စေရန် contact များတွင် ပုံ ၁၁.၆ တွင်ပြထားသကဲ့သို့ spring တွင်ဂန်အားရှိနေစေရပါသည်။ spring အား တွန်းကန်၍ အနည်းငယ်မျှရွေ့လျား မှုသည် ရွေ့လျားနိုင်သော contact အား အနေအထားတစ်ခုမှ နောက်တစ်ခုသို့ အလျှင်အမြန် ပြောင်းလည်းစေပါ သည်။

အခြေခံ micro switch တစ်ခု၏ contact များအတွက် electrical rating သည် ယေဘုယျအားဖြင့် switch အမျိုးအစားအပေါ်တွင်မူတည်ကာ ၂၅ဂ ဗို့ အေစီဗို့အားနှင့် ၁ဂ မှ ၁၅ အမ်ပီယာလျှပ်စီးသုံးစွဲနိုင်သည်အထိ ရှိပါသည်။ အခြေခံ micro switch အား ပုံ ၁၁.၇ တွင်ပြသထားသကဲ့သို့ မတူကွဲပြားသော activating arm အမျိုးအစားများစွာဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည်။

ပုံ ၁၁.၇ activating arm ပုံစံအမျိုးမျိုးပါရှိသော micro switch များ

Subminature Micro Switch များ

Subminature micro switch များသည် အခြေခံ micro switch များကဲ့သို့ပင် spring အသုံးပြုသော contact arrangement ကိုအသုံးပြုကြပါသည် (ပုံ ၁၁.၈)။ subminature switch များသည် မော်ဒယ်အပေါ်တွင်မူတည်ကာ အခြေခံ micro switch များနှင့်ယှဉ်လျှင် တစ်ဂက်မှ လေးပုံတစ်ပုံအထိ အရွယ်အစားမျှသာရှိပါသည်။ ယင်းတို့၏ အရွယ်အစားသေးငယ်မှုကြောင့် subminiature switch တို့၏ contact rating သည် switch အမျိုးအစားပေါ်မူတည်ကာ ၁ မှ ၇ အမ်ပီယာမျှ အထိသာ ရှိကြပါသည်။ မတူကွဲပြားသော subminiature micro switch များအား ပုံ ၁၁.၉ တွင်ပြသထားပါသည်။

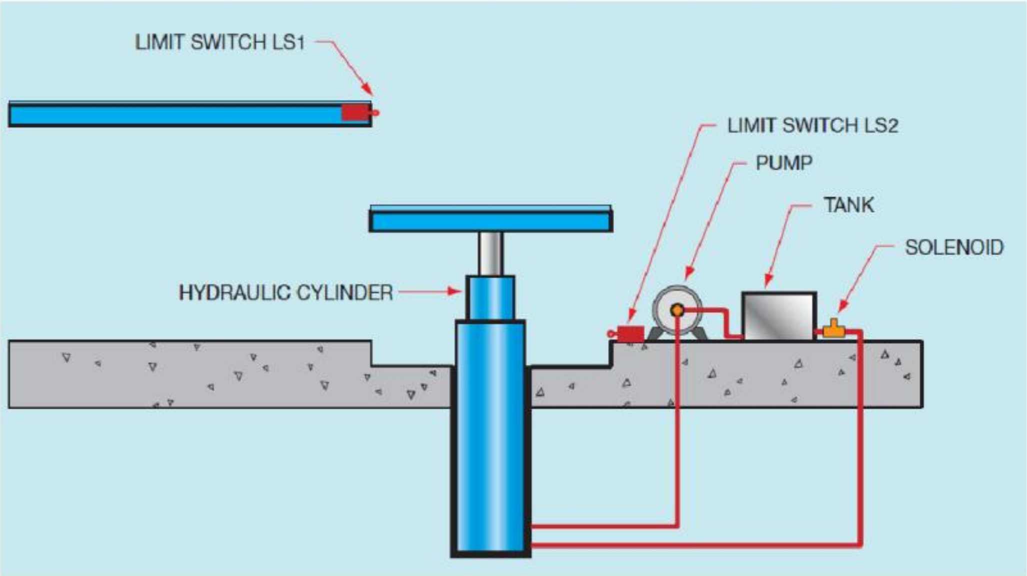


ပုံ ၁၁.၈ subminiature micro switch တစ်ခု၏ ဖြတ်ပိုင်းပုံ

ပုံ ၁၁.၉ subminiature micro switch

Limit Switch များအား အသုံးပြုပုံ

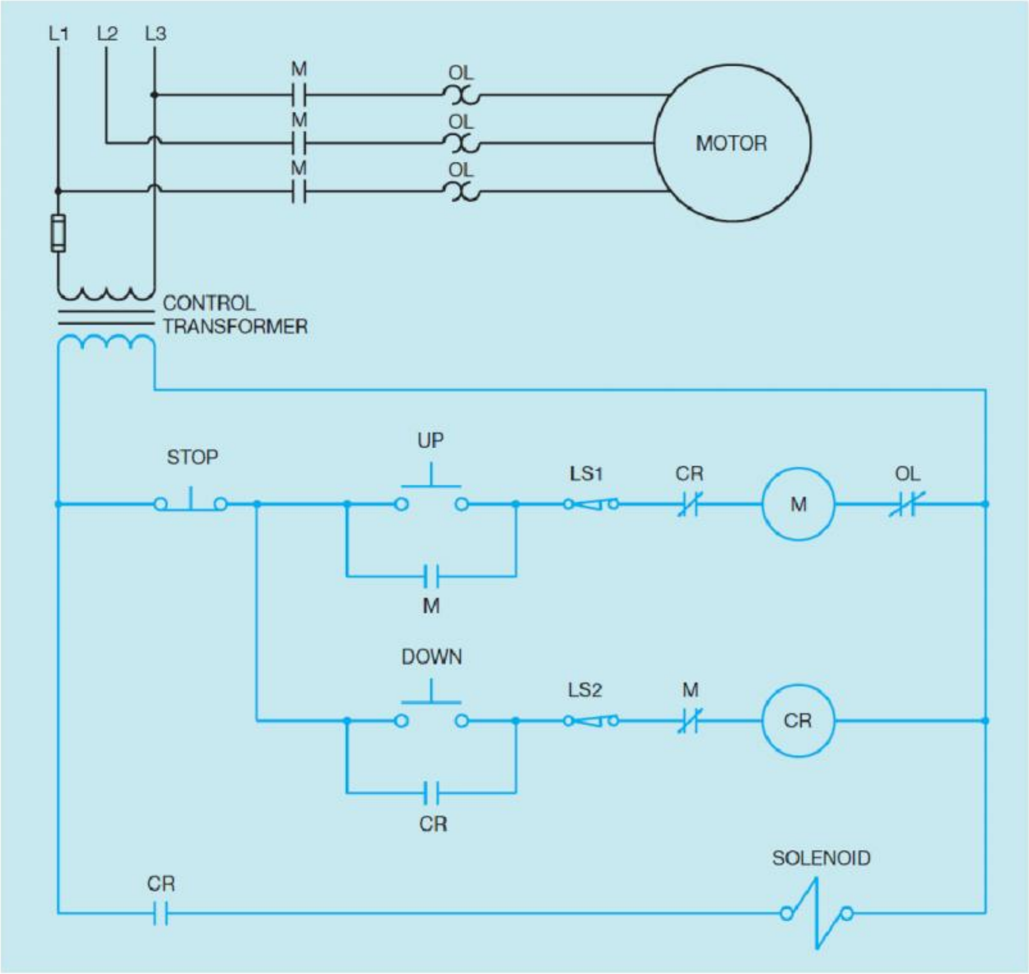
ပုံ ၁၁.၁၈ တွင် limit switch များကိုသုံးစွဲပုံ အားပြသထားပါသည်။ platform တစ်ခုအားအသုံးပြုကာ material တို့အား အောက်ဆုံးကြမ်းပြင်မှ အပေါ်ဖက်ကြမ်းပြင်ဆီသို့ မြှင့်တင်ရာတွင် အသုံးပြုမည်ဖြစ်ပါသည်။ hydraulic cylinder တစ်ခုအားအသုံးပြုကာ platform အားမြှင့်တင်ပါမည်။ အောက်ဖက်ကြမ်းပြင်တွင် တပ်ဆင်ထားသော limit switch မှ platform သည် အောက်ဆုံးအနေအထားတွင် ရှိနေကြောင်းအား စုံစမ်းစစ်ဆေးပေးကာ ဒုတိယ limit switch မှာမူ အပေါ်ဖက် ကြမ်းပြင်တွင် တပ်ဆင်ထားပြီး အပေါ်ဖက်သို့ရောက်ရှိကြောင်းအား စုံစမ်းစစ်ဆေးပေးပါမည်။ hydraulic pump အားအသုံးပြုကာ platform အား မြှင့်တင်ယူပါမည်။ platform သည် အပေါ်ဖက်ကြမ်းပြင်မှ အောက်ဖက်ကြမ်းပြင် သို့ရွေ့လျားရာတွင် solenoid valve ပွင့်သွားခြင်းကြောင့် ဆီများအား holding tank အတွင်းသို့ ပြန်လည်ရောက်ရှိစေပါသည်။ platform အားနိမ့်ချရာတွင် ယင်း၏ weight ကြောင့် အောက်ဖက်ကြမ်းပြင် သို့ ပြန်လည်ရောက်ရှိနိုင်သောကြောင့် pump အား အသုံးပြုရန် မလိုအပ်ပေ။



ပုံ ၁၁.၁၈ ကြမ်းပြင်များအကြား platform မြှင့်တက်မှု

ထိုသို့လုပ်ဆောင်သော control လျှပ်စီးပတ်လမ်း တစ်ခုအတွက် schematic diagram အား ပုံ ၁၁.၁၁ တွင်ပြသထားပါသည်။ schematic diagram တွင် limit switch နှစ်ခုစလုံးတို့သည် normally close

ဖြစ်နေကြပါသည်။ platform သည် မည်သည့် ဦးတည်ရာဖက်သို့ရွေ့လျားနေစဉ်တွင် ဖြစ်စေ၊ limit switch တစ်ခုခုသည် open ဖြစ်နေပေမည်။ platform သည် အောက်ဖက်ကြမ်းပြင်တွင် ရှိနေသောအခါတွင် limit switch LS2 သည် open ဖြစ်နေပေမည်။ UP push button အား ဖိနှိပ်လိုက်သောအခါတွင် M Starter အတွက် လျှပ်စီးပတ်လမ်းပြည့်သွားပေမည်ဖြစ်ကာ မော်တာအား platform ကိုမြင့်တင်စေပါသည်။ normally closed contact ဖြစ်သော M သည် open ဖြစ်သွားခြင်းအားဖြင့် CR အား တစ်ချိန်တည်းတွင် energize မဖြစ်စေရန် တားဆီးပေးပေမည်။ platform စတင်မြင့်တက်လာသောအခါတွင် limit switch LS2 သည် close ဖြစ်သွားပေမည်။ platform သည် အထက်ဖက်ရောက်သည်အထိ ဆက်လက်မြင့်တက်လာကာ limit switch LS1 အား open ဖြစ်စေရန်ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းကြောင့် M contactor အား de-energize ဖြစ်စေကာ မော်တာအား ရပ်တန့်စေပြီး CR coil နှင့် တန်းဆက်ဖြစ်နေသော normally close ဖြစ်နေသည့် auxiliary contact အား re-close ဖြစ်စေပါသည်။



ပုံ ၁၁.၁၁ platform အနိမ့်အား မြင့်တင်ပေးသည့် control လျှပ်စီးပတ်လမ်း

DOWN push button အားဖိနှိပ်လိုက်သောအခါတွင် control relay ဖြစ်သော CR သည် energize ဖြစ်ပေမည်။ M contactor နှင့် တန်းဆက်ဖြစ်နေသော normally closed ဖြစ်နေသော CR contact သည် open ဖြစ်သွားကာ လျှပ်စီးပတ်လမ်းအား interlock လုပ်ခြင်းကြောင့် solenoid coil နှင့် တန်းဆက်ဖြစ်နေသော normally open ဖြစ်နေသည့် CR contact သည် close ဖြစ်သွားပေမည်။ solenoid coil သည် energize ဖြစ်ချိန်တွင် platform သည် စတင်နိမ့်ကျလာခြင်းကြောင့် limit switch LS1 အား re-close ဖြစ်စေပါသည်။ platform သည် အောက်ဖက် ကြမ်းပြင်သို့ ရောက်ရှိသောအခါတွင် limit switch LS2 သည် open ဖြစ်သွားကာ coil CR အား de-energize ဖြစ်စေပါသည်။

အခန်း ၁၂

Phase Failure Relay များ

Three-phase motor တစ်လုံး၏ ပါဂါပေးပို့သော supply line များမှ နှစ်ခုအား ပြောင်းပြန်လှန်လိုက်ပါက မော်တာသည် ယင်း၏ လည်ပတ်နေသော ဦးတည်ရာဖက်မှ ပြောင်းပြန်လည်သွားပေမည်။ ထိုကဲ့သို့ဖြစ်ခြင်းသည် အချို့သော ပစ္စည်းများအား ကြီးမားသော ပြဿနာများအား ဖြစ်ပေါ်စေနိုင်ပါသည်။ ရည်ရွယ်ချက်မရှိပဲ ဦးတည်ရာဘက်ပြောင်းလဲ လည်ပတ်ခြင်းကြောင့် ဂီယာအသွားများအား ပြုတ်ထွက်စေခြင်း၊ chain များပြုတ်ထွက်ခြင်း၊ submersible pump များ၏ impeller အား မော်တာဂင်ရိုးအဆုံးနေရာမှ ဖြုတ်လိုက်သကဲ့သို့သော အချက်များအား ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။ ယင်းအချက်ကြောင့် ပစ္စည်းများအား ပျက်စီးစေရုံသာမကပဲ စက်မောင်းနှင်သူ သို့မဟုတ် စက်နှင့် အနီးတစ်ဝိုက်တွင်ရှိနေသူများအားလည်း ထိခိုက်ဒဏ်ရာ ရရှိစေပါသည်။

Three-phase မော်တာတစ်လုံးအား ပါဂါပေးပို့သော လိုင်းများမှ တစ်လိုင်းလိုင်းသည် power lost ဖြစ်သွားခဲ့ပါက phase-failure ဖြစ်ပေါ်ပါသည်။ မော်တာသည် ဆက်လက်လည်ပတ် နေမည်ဖြစ်သော်လည်း လျှပ်စီးပမာဏများစွာအား ဆွဲယူသုံးစွဲပေမည်။ ထိုအခြေအနေတွင် overload heater အား မှန်မှန်ကန်ကန် အရွယ်အစား သတ်မှတ်ခဲ့ပါက motor starter မှ overload relay သည် မော်တာအား ပါဂါလိုင်းမှ ဖြတ်တောက်ပြစ်လိုက်ပေမည်။ single phasing ဖြစ်ခြင်းကြောင့် three-phase မော်တာအတွက် energize ဖြစ်လျှက်ရှိသော ဖေ့စ်နှစ်ခုတို့သည် လျှပ်စီးပမာဏ ပျှမ်းမျှ ၁၇၃% မျှ တိုးမြင့်သွားစေပါသည်။

မော်တာများတွင် ဗို့အားပြောင်းလဲမှုကြောင့် အကျိုးသက်ရောက်မှု

မော်တာများအား ယင်းတို့၏ nameplate တွင်ဖော်ပြထားသော ဗို့အားအောက်နိမ့်ပါးသော ဗို့အားဖြင့် မောင်းနှင်ပါက သက်ရောက်မှုများရှိပါသည်။ NEMA မှ rated လုပ်ထားသော မော်တာများအား rated

ဗို့အား၏ အပေါင်း သို့မဟုတ် အနုတ် ၁၀% အတွင်း မောင်းနှင်အသုံးပြုနိုင်ရန်အတွက် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။ ပုံ ၁၂.၁ တွင် စံပြု လျှပ်စစ်မော်တာတစ်လုံးအား rated ဗို့အား၏ အထက် (၁၁၀%) နှင့် rated ဗို့အား၏ အောက် (၉၀%) တို့တွင် မောင်းနှင်အသုံးပြုခြင်းအတွက် စတင်မောင်းနှင်သော လျှပ်စီးနှင့် ဝန်အားပြည့်လျှပ်စီးတို့အတွက် အနီးစပ်ဆုံး ပြောင်းလဲမှုများအား ပြသထားပါသည်။ မော်တာများအား ဗို့အားမျှသော (ဖေ့စ်များအားလုံးအကြားရှိ ဗို့အားများ တူညီကြမှု) အခြေအနေတွင် operate လုပ်နိုင်စေရန် ရည်ရွယ်ကာ ထုတ်လုပ်ထားကြပါသည်။ ဗို့အား unbalance ဖြစ်မှုသည် မော်တာပျက်စီးရခြင်းကို ဖြစ်စေသည့်အဓိကအချက်ဖြစ်ပါသည်။ ဗို့အား unbalance ဖြစ်မှုသည် three-phase စံနစ်မှ single-phase load များအား ပါဂါ ပေးပို့ခြင်းအားဖြင့် ယေဘုယျအားဖြင့် ဖြစ်စေပါသည်။

ဗို့အား မညီမမျှ ဖြစ်မှုပမာဏ အား ဆုံးဖြတ်ခြင်း

ပုံ ၁၂.၁ တွင် balance ဖြစ်နေသော three-phase စံနစ်တစ်ခုမှ phase conductor များအကြားရှိ ဗို့အားများအား ဖော်ပြထားကာ AB, BC နှင့် AC အစရှိသော ဖေ့စ်များအကြားတိုင်းတာထားခြင်း ဖြစ်ပါသည်။

Voltage Variation	Full Load Current	Starting Current
110%	7%	10–12% Increase
90%	11%	10–12% Decrease

ပုံ ၁၂.၁ electric motor များသည် rated voltage မှ မြင့်တက်ခြင်း သို့မဟုတ် နိမ့်ကျခြင်းတို့ကြောင့် လျှပ်စီးပြောင်းလဲမှု ဖြစ်ပေါ်ပုံ

တနည်းဆိုရသော် အထက်ပါဇယားသည် balance ဖြစ်နေသော ဗို့အားစံနစ်တစ်ခုတွင် ဗို့အား သည် nameplate တွင်ဖော်ပြထားသော rating ထက်ကြီးခြင်း သို့မဟုတ် နိမ့်ခြင်း အစရှိသော အခြေအနေတို့တွင် မော်တာ၏ လျှပ်စီးအပေါ်တွင် မည်သို့ အကျိုးသက်ရောက်မှုဖြစ်စေသည်ဆိုသော အချက်အား ညွှန်ပြနေပါသည်။ ဗို့အားများ unbalance ဖြစ်သော အခြေအနေတွင် ကြီးမားသော အပြစ်များကိုဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။ NEMA မှ ခွင့်ပြုထားသည်မှာ unbalance ဗို့အားသည် အပေါင်း သို့မဟုတ်

အနတ် ၁% ထက်မပိုသင့်ပေ။ အောက်ပါအချက်များသည် three-phase စံနစ်တစ်ခုတွင် ဗို့အား unbalance ရာခိုင်နှုန်း မည်မျှရှိသည်ကို ဆုံးဖြတ်နိုင်စေရန်အတွက် ဖြစ်ပါသည်။

၁။ ဖေ့စ်များအားလုံးအကြားရှိ ဗို့အားများအား တိုင်းတာပါ။ ယခုဥပမာတွင် AB = ၄၉၆ဗို့၊ BC = ၄၆၀ဗို့၊ AC = ၄၇၂ ဗို့ တို့ ဖြစ်ကြပါသည်ဟုယူဆထားပါ။

၂။ ပျှမ်းမျှ ဗို့အားသည် ၄၉၆ + ၄၆၀+ ၄၇၂ = ၁၄၂၈/၃ = ၄၇၆ ဗို့ ဖြစ်ပါသည်။

၃။ ပျှမ်းမျှဗို့အား အား တိုင်းတာဖတ်ရှုထားသော အမြင့်ဆုံး ဗို့အား ဖြင့် ကွာဟမှု ရှာဖွေသော် ၄၉၆- ၄၇၆ = ၂၀ ဗို့ ဖြစ်ပါသည်။

၄။ ကွာဟမှု ရာခိုင်နှုန်းအား ဆုံးဖြတ်ရသော်

$$\frac{100\ x\ Greatest\ Voltage\ Difference}{Average\ Voltage} = \frac{100\ x\ 20}{476} = 4.2\%$$

ထို့ကြောင့် voltage unbalance သည် ၄.၂% ရှိပါသည်။

အပူတိုးလာမှု

ဗို့အား unbalance ဖြစ်ခြင်းကြောင့် မော်တာတစ်လုံး၏ အပူတိုးလာမှု ရာခိုင်နှုန်းသည် ရာခိုင်နှုန်း နှစ်ထပ်တန်ဘိုး၏ နှစ်ဆရှိပါသည်။

၂ x (percent voltage unbalance)^2

၂ x ၄.၂ x ၄.၂ = ၃၅.၂၈% အမြင့်ဆုံးလျှပ်စီး စီးဆင်းသည့်အချိန်တွင် winding များတွင်အပူတိုးမှု

ပုံ ၁၂.၂ တွင် solid state phase monitoring relay တစ်ခုအား ပြသထားပါသည်။ ယင်း relay သည် ဗို့အား unbalance ဖြစ်သောအခါတွင်ဖြစ်စေ သို့မဟုတ် phase ပြောင်းပြန်ဖြစ်သောအခါတွင် ဖြစ်စေ protection ကို ရရှိစေပါသည်။ မှန်ကန်သော ဗို့အား အခြေအနေသို့ ပြန်ရောက်သောအခါတွင် ယင်း relay သည် အလိုအလျောက် reset လုပ်ပါသည်။ relay တစ်ခု activate လုပ်ခြင်းအား indicating light ဖြင့် ပြသပါသည်။

ပုံ ၁၂.၂ solid state phase monitoring relay

အခန်း ၁၃

Solenoid နှင့် မော်တာဖြင့် operate လုပ်ရသော Valve များ

Valve (အဆို့ရှင်) များအား စက်မှုလုပ်ငန်းများတွင် အရည် နှင့် အငွေ့များ ဖြတ်သန်းစီးဆင်းမှုအား control လုပ်နိုင်စေရန်အတွက် အသုံးပြုကြပါသည်။ valve များအား လက်ကိုင်များအား လှည့်ခြင်းဖြင့် လူအားဖြင့်သာ အဖွင့်၊ အပိတ် လုပ်ဆောင်ကြသော်လည်း စက်မှုလုပ်ငန်းများတွင်မူ ယေဘုယျအားဖြင့် လျှပ်စစ်အားဖြင့် operating လုပ်သော valve များအား အသုံးပြုကြပါသည်။ လျှပ်စစ်အားဖြင့် operating လုပ်သော valve များအား ယေဘုယျအားဖြင့် ယင်းတို့ operate လိုသော equipment အနီးတွင် ထားရှိနိုင်ခြင်းကြောင့် လိုအပ်သော ပိုက်ဆက်သွယ်မှုအား လျော့ကျစေပါသည်။ ထို့အပြင် လျှပ်စစ်အားဖြင့် operate လုပ်သော valve များအား control station မှ valve ထံသို့ ဝါယာတစ်စုံအား သွယ်တန်းခြင်းအားဖြင့် အဝေးနေရာများမှ လှမ်း၍ control လုပ်နိုင်ပါသည်။

Solenoid Valve များ

Solenoid valve များတွင် လျှပ်စစ်နှင့်သက်ဆိုင်သောအပိုင်းနှင့် valve အပိုင်း ဟူ၍ အပိုင်းနှစ်ပိုင်း ပါရှိပါသည်။ လျှပ်စစ်နှင့်သက်ဆိုင်သောအပိုင်းတွင် ဝါယာကြိုးအား ကွိုင်သဖွယ်ပြုလုပ်ကာ operate လုပ်လိုသော plunger သို့မဟုတ် core အတွက် သံလိုက်စက်ကွင်း ရရှိစေရန် ဖြစ်ပါသည်။ solenoid ကွိုင် energize ဖြစ်သောအခါတွင် plunger အား ကွိုင်အတွင်းသို့ ဆွဲသွင်းလိုက်ခြင်းဖြင့် valve တစ်ခုအား ဖွင့်ခြင်းသို့မဟုတ် ပိတ်ခြင်းတို့အား ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။ de-energize ဖြစ်ခြင်းဖြင့်လည်း solenoid valve များအား ဖွင့်ခြင်း သို့မဟုတ် ပိတ်ခြင်းတို့ ပြုလုပ်နိုင်ပါသည်။ valve သည် normally closed ဖြစ်နေစဉ်တွင် solenoid energize ဖြစ်ခဲ့ပါက ယင်းသည် open ဖြစ်သွားပေမည်။ solenoid သည် de-energize ဖြစ်သွားချိန်တွင် မူလအနေအထားသို့ ပြန်လည်ရောက်ရှိသွားပေလိမ့်မည်။ များသောအားဖြင့် valve များတွင် spring ပါရှိကာ solenoid သည် de-energize ဖြစ်သွားစဉ်တွင် valve အားမူလနေရာတွင်

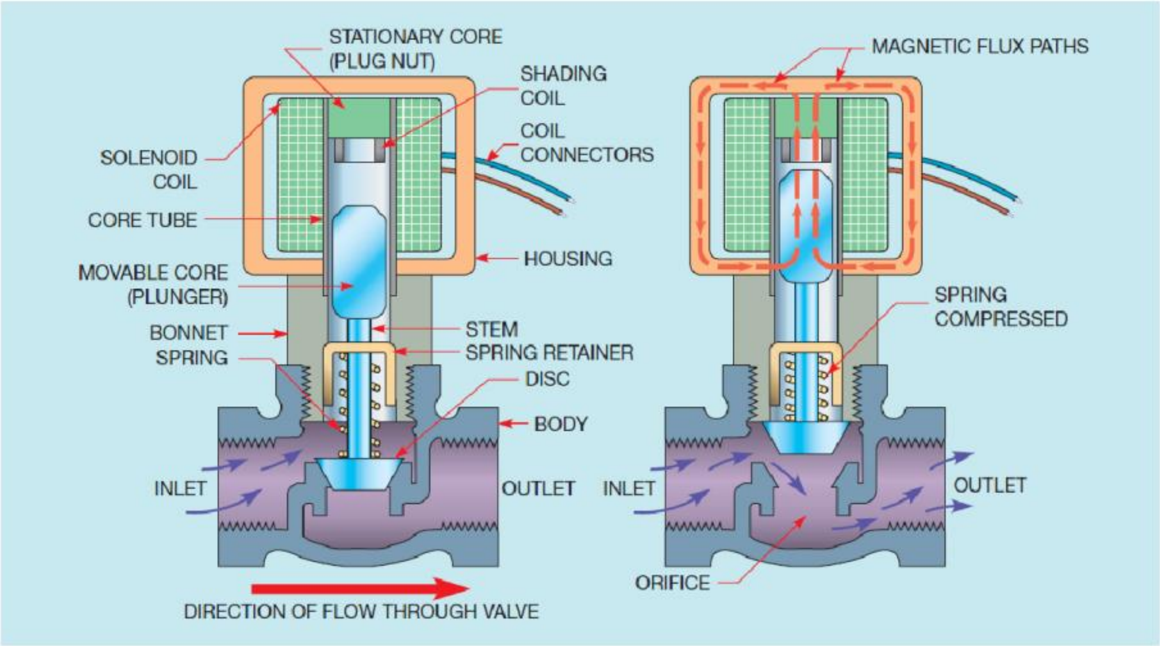
အထိုင်ပြန်ကျနေစေပါသည်။ အချို့သော valve တို့သည် normally open ဖြစ်နေကာ energized ဖြစ်ပြီးနောက်တွင် closed ဖြစ်သွားပါသည်။ ယင်းတို့သည် မူလ normally open အနေအထားသို့ solenoid de-energized ဖြစ်ချိန်တွင် ပြန်လည်ရောက်ရှိသွားပေလိမ့်မည်။

Solenoid valve များသည် relay များနှင့် contact များအား operate လုပ်ရန်အတွက်အသုံးပြုသော solenoid များနှင့် အလွန်သဏ္ဍာန်တူသော်လည်း solenoid valve တစ်လုံးအားကိုယ်စားပြုသော သင်္ကေတကိုမူမကြာခဏ ဆိုသလို ကွဲပြားစွာ ဆွဲသားကြပါသည်။ relay နှင့် contactor coil တို့အား ယေဘုယျအားဖြင့် စက်ဝိုင်းပုံစံဖြင့် ကိုယ်စားပြုဆွဲသားကြပါသည်။ solenoid valve တို့အား ပုံ ၁၃.၁ တွင်ပြသထားသော သင်္ကေတဖြင့် ကိုယ်စားပြုပါသည်။

ပုံ ၁၃.၁ solenoid တစ်ခုအတွက် မကြာခဏ အသုံးပြုသော သင်္ကေတ

Two-Way Solenoid Valve များ

Two-way valve များအား အရည်များ သို့မဟုတ် အငွေ့များ စီးဆင်းမှုတို့အား control လုပ်ရာတွင် အသုံးပြုပါသည်။ ယင်းတို့သည် digital device များဖြစ်ကာ completely on သို့မဟုတ် completely off အနေအထားဖြင့်လုပ်ဆောင်နိုင်ပါသည်။ ယင်းတို့သည် စီးဆင်းနှုန်း (flow rate) အား control လုပ်နိုင်သည့် အခြေအနေတွင်မရှိပေ။ two-way valve များတွင် inlet နှင့် outlet ဟူ၍ရှိကြကာ ပိုက်လိုင်းအတွင်း တိုက်ရိုက် ဆက်သွယ်ထားပါသည်။ inlet နှင့် outlet တို့အား ပြောင်းပြန်ဖြစ် မနေစေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားခြင်းအားဖြင့် inlet ပိုင်းအတွက် အရည် သို့မဟုတ် အငွေ့တို့၏ ဖိအားသည် seal ဖြစ်နေစေရန်အတွက် အထောက်အကူပြုပေမည် (ပုံ ၁၃.၂)။



ပုံ ၁၃.၂ အရည် သို့မဟုတ် အငွေ့တို့၏ ဖိအားသက်ရောက်မှုအား

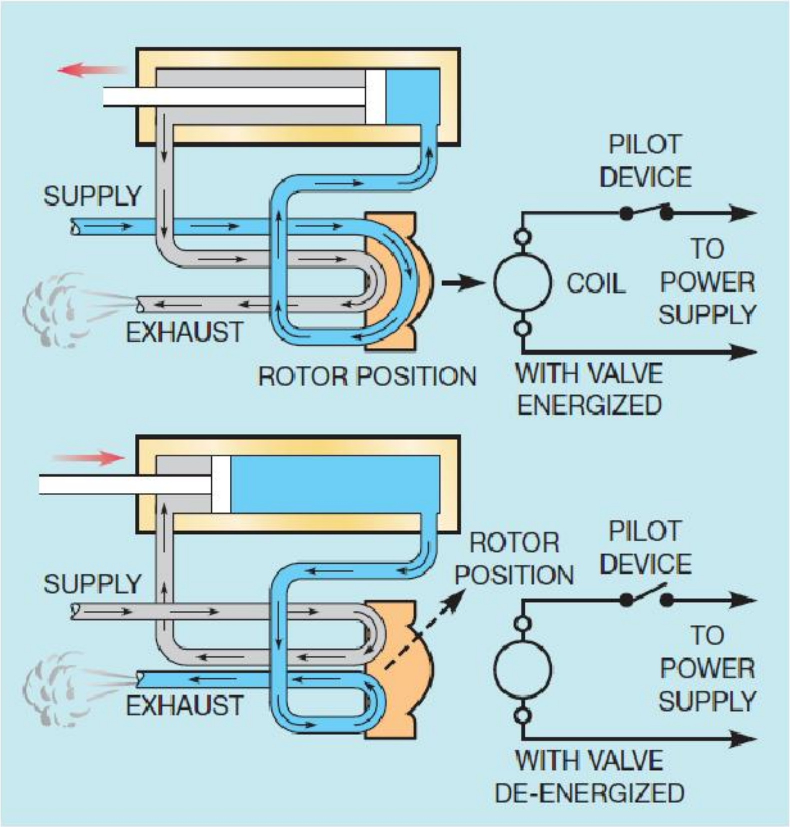
disc အပေါ်သို့ ဖိအားသက်ရောက်စေခြင်းအားဖြင့် ခိုင်မြဲလုံခြုံစေပုံ

valve တွင် သပ် (wedge) သဖွယ် disc တစ်ခု ပါရှိကာ ယင်းသည် wedge ပုံစံရှိနေသော seat အပေါ်တွင် အထိုင်ကျနေစေပါသည်။ inlet pressure သည် disc အား ပိုမိုခိုင်မြဲစွာနေရာ ယူထားနိုင်စေရန်အတွက် အားတစ်ခုကိုဖြစ်စေပါသည်။ valve အား ပြောင်းပြန်ရွေ့လျားစေလို သောအခါတွင် inlet pressure သည် disc အပေါ်သို့ အားတစ်ခုသက်ရောက်စေခြင်းဖြင့် spring ဖြင့်ဖိထားခြင်းမှ ဆန့်ကျင်စေကာ disc အား အပေါ်ဖက်သို့ရွေ့လျားစေပါသည်။ valve မှ ယိုစိမ့်ခြင်း (leakage) မဖြစ်စေရန် လုံလောက်သော ဖိအား ရှိနေစေသင့်ပါသည်။

Four-Way Solenoid Valve များ

Four-way valve များအား double acting cylinder များအတွက် လေပေးသွင်းခြင်းအား control လုပ်ရန်အသုံးပြုပါသည် (ပုံ ၁၃.၃)။ valve သည် de-energize ဖြစ်ချိန်တွင် cylinder ၏ တစ်ဖက်ခြမ်းသည် လေထုဖိအားအတွက် ပွင့်နေစေကာ အခြားတစ်ဖက်ခြမ်းမှာမူ line အတွင်း pressure ကို ပေးသွင်းရန်ဖြစ်ပါသည်။ solenoid coil သည် energize ဖြစ်သောအခါတွင် valve သည် high pressure side မှ လေထုအတွင်းသို့ exhaust (မှုတ်ထုတ်ခြင်း) ဖြစ်စေကာ ယခင်က လေထုဖိအားအတွက်

open ဖြစ်နေသော ဖက်ခြမ်းသည် line pressure ကို ပေးပို့နိုင်စေပါသည်။ cylinder အတွင်းရှိ piston သည် solenoid ၏ energize ဖြစ်ခြင်းနှင့် de-energize ဖြစ်ခြင်းတို့အပေါ်တွင်မူတည်ကာ ရှေ့တိုးနောက်ဆုတ်ဖြစ်ပေါ်ပေမည်။ piston ရွေ့လျားမှုအား လေဖိအားပမာဏ၊ piston ၏ မျက်နှာပြင် ဧရိယာ၊ နှင့် piston အား ဆန့်ကျင်ဖိအားပေးရသည့် load ပမာဏ တို့ဖြင့် ဆုံးဖြတ်နိုင်ပါသည်။



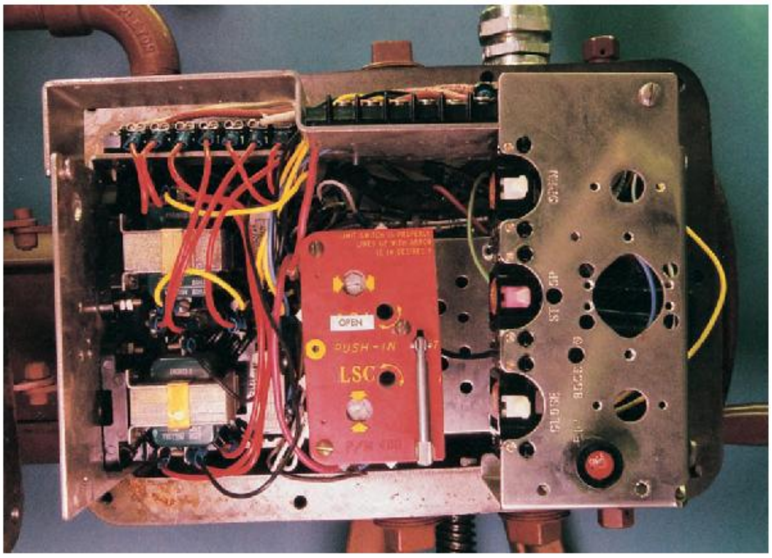
ပုံ ၁၃.၃ လမ်းကြောင်းလေးခုပါ valve အား အသုံးပြုကာ double acting cylinder တစ်ခုအား control လုပ်ပုံ

Motor ဖြင့် operate လုပ်ရသော valve များ

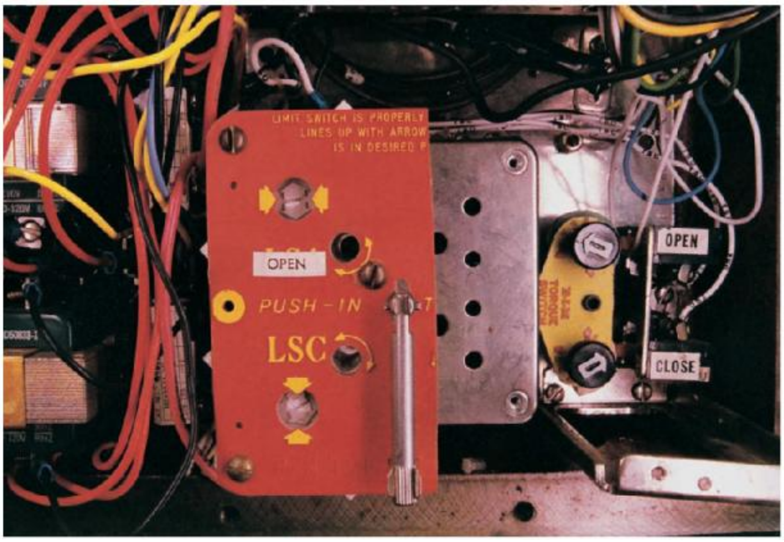
Motor operated valve (MOVs) များအား အရည်များ သို့မဟုတ် အငွေ့များအား control လုပ်လိုသည့် စက်မှုလုပ်ငန်းများတွင် တွင်တွင်ကျယ်ကျယ်အသုံးပြုကြပါသည်။ ထိုသို့သော စက်မှုလုပ်ငန်းများတွင် pipe line company များနှင့် ရေနံ ဓါတု လုပ်ငန်းများတို့ ပါဝင်ပါသည်။ motor operated valve များမှာ လျှပ်စစ်မော်တာကို အသုံးပြုကာ valve အား အဖွင့် သို့မဟုတ် အပိတ်လုပ်ခြင်းဖြစ်ပါသည် (ပုံ ၁၃.၄)။ MOVs များအတွက် control လုပ်သည့်စံနစ်တွင် အပိုင်းနှစ်ခုရှိကာ local control နှင့် remote control တို့ဖြစ်ပါသည်။ local controls အား valve နှင့်အတူ လုပ်ငန်းခွင်အတွင်း housed

လုပ်ပြီးထည့်သွင်းထားကာ remote controls မှာမူ ဝေးကွာသော နေရာတစ်ခုခုတွင် control room အတွင်း housed လုပ်ကာ ထားရှိကြပါသည်။

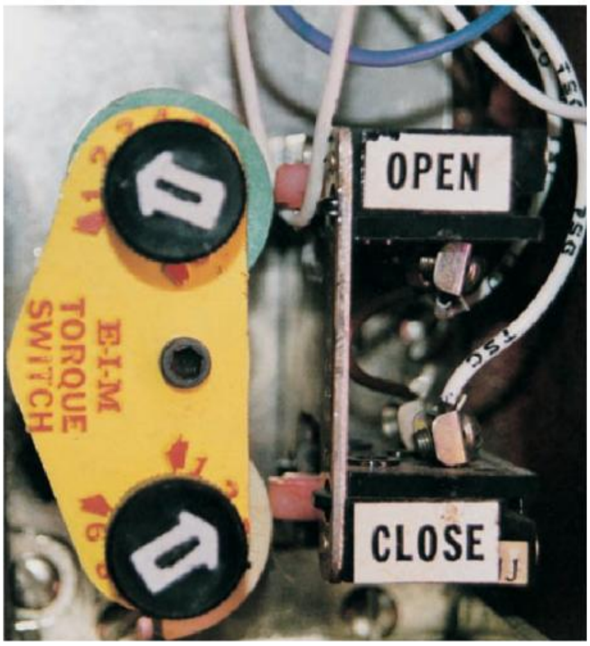
ပုံ ၁၃.၄ မော်တာဖြင့် operate လုပ်ရသော valve



ပုံ ၁၃.၅ MOV ဖြင့် control လုပ်သော လျှပ်စီးပတ်လမ်းသည် အခြေခံအားဖြင့် forward-reverse လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခုပင်ဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၁၃.၆ MOV limit switch



ပုံ ၁၃.၇ MOV torque switch

ထိုသို့သော control system တို့သည် အခြေခံအားဖြင့် forward/reverse control သာဖြစ်ပြီး အထူးပြုလုပ်ထားသော limit switch တစ်ခုအား ထည့်သွင်းကာ vale ၏ ဖွင့်ခြင်း သို့မဟုတ် ပိတ်ခြင်းတို့အား စုံစမ်းစစ်ဆေးယူခြင်းဖြစ်ပြီး torque switch မှာမူ valve သည် တင်းကျပ်စွာ seated ဖြစ်နေမှုကို သေချာနေစေရန်ဖြစ်ပါသည် (ပုံ ၁၃.၅)။ limit switch (ပုံ ၁၃.၆) အားအသုံးပြုကာ valve သည် လုံး၀ open နေသည့် အခြေအနေအား ဆုံးဖြတ်နိုင်စေသကဲ့သို့ torque switch (ပုံ ၁၃.၇)

အားအသုံးပြုကာ valve သည် close ဖြစ်နေကြောင်းအား ဆုံးဖြတ်နိုင်စေပါသည်။ MOV တစ်လုံး၏ schematic diagram အား ပုံ ၁၃.၈ တွင် ပြသထားပါသည်။ ယင်း schematic diagram တွင် valve သည် open ဖြစ်နေသော အခြေအနေတွင် ရှိနေသည်ဟု ယူဆထားကာ limt switch အားလုံးတို့သည် ယင်းအခြေအနေကို ထင်ဟပ်နေစေပါသည်။

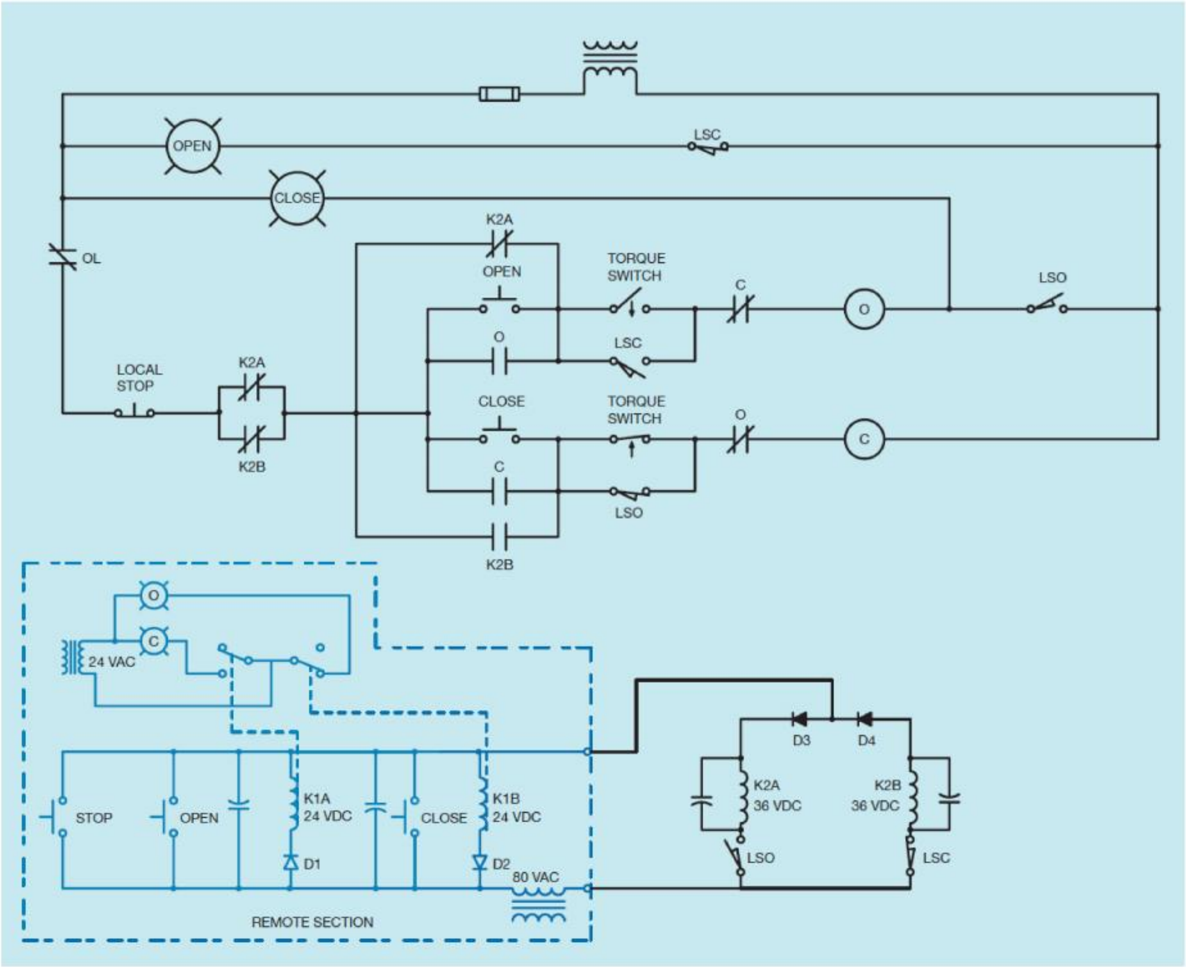
MOV တစ်ခုအတွက် control circuit သည် စိတ်ဂင်စားစရာဖြစ်ကာ remote location တစ်ခုမှ ဂါယာကြိုးနှစ်ချောင်းကို အသုံးပြုကာ valve ၏ ဖွင့်ခြင်းနှင့် ပိတ်ခြင်းတို့အား လုပ်ဆောင်ခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ယင်း ဂါယာကြိုးနှစ်ချောင်းသာပါရှိသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် အဓိကအားဖြင့် ၈၀ဗို့ အသုံးပြုသော transformer တစ်လုံး၊ relay coil များဖြစ်ကြသော K1A, K1B, K2A နှင့် K2B တို့နှင့် push button တို့ပါဂင်ပါသည်။ ယင်း ဂါယာနှစ်ကြိုးဖြင့် control လုပ်မှုတွင် အေစီ ၈၀ ဗို့အား မှ half-wave rectifier အသုံးပြုကာ ဒီစီ ၃၆ ဗို့ ရရှိစေရန် ပြောင်းလဲမှုလည်း ပူးတွဲပါရှိပါသည်။

$$80\,VAC\ x\ 0.9\ (RMS\ to\ Average) = \ 72\,VDC\ (Full - Wave)$$

$$\frac{72VDC\ (Full - Wave)}{2} = 36VDC\ (Half - Wave)$$

Valve သည် open ဖြစ်နေစဉ်တွင် K2B နှင့် တန်းဆက် ဆက်နေသော normally closed ဖြစ်နေသည့် limit switch LSC သည် closed ဖြစ်နေကာ K2A နှင့် တန်းဆက် ဆက်နေသော normally closed ဖြစ်နေသည့် limit switch LSO သည် held open အခြေအနေတွင်ရှိပါသည်။ ယင်းအချက်ကြောင့် လျှပ်စီးသည် K2B နှင့် ဒိုင်အုပ် D4 တို့မှ တစ်ဆင့် K1A နှင့် K1B တို့၏ ကွိုင်များထံသို့ လျှပ်စီးကြောင်းကို ဖြစ်စေပါသည်။ ယင်းအခြေအနေတွင် လျှပ်စီးသည် ဒိုင်အုပ် D1 တွင် reverse bias ဖြစ်နေခြင်းကြောင့် coil K1A အား ဖြတ်သန်းစီးဆင်းမှု မပြုနိုင်ပါ။ လျှပ်စီးသည် coil K1B နှင့် ဒိုင်အုပ် D2 တို့အား ဖြတ်သန်းစီးဆင်းနိုင်သော်လည်း coil K2A နှင့် coil K2B တို့တွင် ဗို့အားပမာဏ ဒီစီ ၃၆ ဗို့ နှင့် coil K1A နှင့် K1B တို့တွင် ဗို့အား ပမာဏ ဒီစီ ၂၄ ဗို့ ရှိနေပေမည်။ coil K1B နှင့် K2B တို့အား တန်းဆက် ဆက်ထားသည့်အတွက်ကြောင့် ယင်း ကွိုင်နှစ်ခုတွင်ရှိသော ဗို့အား ဆုံးရှုံးမှုသည် apply voltage ၃၆ဗို့နှင့် ညီမျှနေပေမည်။ ကွိုင်တို့၏ ခုခံမှုများကြောင့် coil K1B တွင် ဗို့အားဆုံးရှုံးမှု ဒီစီ ၂၄ ဗို့ ရှိကာ coil K2B တွင်မူ ဗို့အား ဆုံးရှုံးမှု ဒီစီ ၁၂ ဗို့ ရှိပါသည်။ coil K1B တွင် ဗို့အားဆုံးရှုံးမှု ဒီစီ ၂၄ ဗို့ ရှိခြင်းကြောင့် OPEN indicator light အား turn on လုပ်နိုင်စေရန် အတွက် contact အား energize ဖြစ်စေပါသည်။ coil K2B

မှာမူ voltage rating အားဖြင့် ဒီစီ ၃၆ ဗို့ရှိပါသည်။ ယင်းအား ဒီစီ ၁၂ ဗို့မျှ supply လုပ်ခြင်းအားဖြင့် energize လုပ်နိုင်ရန် မလုံလောက်သောကြောင့် ယင်း၏ contact များသည် ယင်းတို့၏ မူလအနေအထားတွင်သာ ရှိနေစေပါသည်။



ပုံ ၁၃.၈ မော်တာဖြင့် operate လုပ်သော valve တစ်ခုအတွက် control လျှပ်စီးပတ်လမ်း

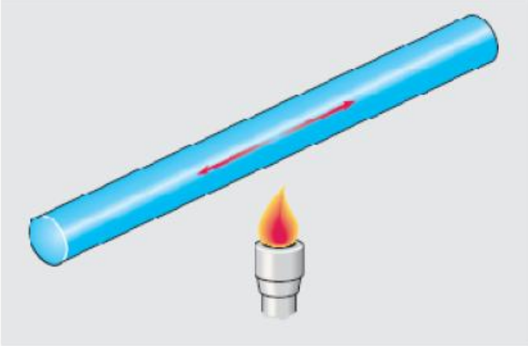
ယခုအခါ remote location တွင်ရှိသော CLOSE push button အား ဖိနှိပ်လိုက်သည်ဟု ယူဆပါမည်။ ယင်းကြောင့် coil K1B အား short-circuit ဖြစ်စေကာ ဒီစီ ၃၆ ဗို့တစ်ခုလုံးသည် coil K2B အား သက်ရောက်လိုက်သကဲ့သို့ဖြစ်စေပါသည်။ coil K2B သည် energize ဖြစ်ခြင်းကြောင့် contactor C အား energize ဖြစ်စေကာ မော်တာသည် valve အား စတင် close လုပ်ပါတော့သည်။ valve သည် close ဖြစ်သွားသည်နှင့် သည် coil K2B နှင့် တန်းဆက် ဆက်ထားသော limit switch LSC သည် open ဖြစ်သွားကာ coil များဖြစ်ကြသော K1B နှင့် K2B တို့အတွက် လျှပ်စီးပေးပို့မှုအား ပြတ်တောက်စေပါသည်။

Valve သည် close အနေအထားသို့ ရောက်ရှိသွားစဉ်တွင် coil K2A နှင့် တန်းဆက် ဆက်ထားသော limit switch LSO သည် close ဖြစ်သွားပေမည်။ ယခုအခါတွင် coil K2A၊ ဒိုင်အုပ် D3၊ coil K1A နှင့် ဒိုင်အုပ် D1 တို့အား လျှပ်စီး ဖြတ်သန်းစီးရန် လမ်းကြောင်းတစ်ခု ရရှိလာပြီဖြစ်ပါသည်။ relay K1A သည် energize ဖြစ်ခြင်းကြောင့် CLOSE indicator light အား turn on ဖြစ်စေပါသည်။ torque switch အား valve close ဖြစ်ချိန်တွင် မော်တာအား ရပ်တန့်မှုပြုရန်အတွက် ယေဘုယျအားဖြင့် အသုံးပြုကြသော်လည်း limit switch ကိုမူ valve သည် close အနေအထားတွင်ရှိနေသည်ဆိုသည့်အချက်အား indicate လုပ်နိုင်စေရန် adjust လုပ်ပေးထားပါသည်။

အခန်း ၁၄

အပူချိန်ကို အာရုံခံသော ပစ္စည်းများ

အပူချိန်ကို sense လုပ်နိုင်ရေးသည် အချိန်တိုင်းတွင် အလွန်အရေးကြီးပါသည်။ စက်မှုလုပ်ငန်းတွင် တာဝန်ထမ်းဆောင်နေသော technician အနေဖြင့် အပူချိန်ပြောင်းလဲသည်နှင့် contact များအား အနေအထားပြောင်းလဲစေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားသော ပစ္စည်းများအား တွေ့ကြုံရမည်ဖြစ်သကဲ့သို့ အပူပမာဏအား sense လုပ်ရန် အခြားသော ပစ္စည်းများအားလည်း အသုံးပြုကြမည်ဖြစ်ပါသည်။ ထိုသို့ အသုံးပြုသော method တို့သည် အသုံးပြုသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းအပေါ်တွင် များစွာသက်ဆိုင်သကဲ့သို့ sense လုပ်လိုသော အပူချိန်အပေါ်တွင်လည်း များစွာ တည်မှီနေပေသည်။



ပုံ ၁၄.၁ အပူပေးလိုက်ခြင်းကြောင့် သတ္တုတို့ ပြန့်ကားထွက်ခြင်း

သတ္တုများ ပြန့်ကားထွက်ခြင်း

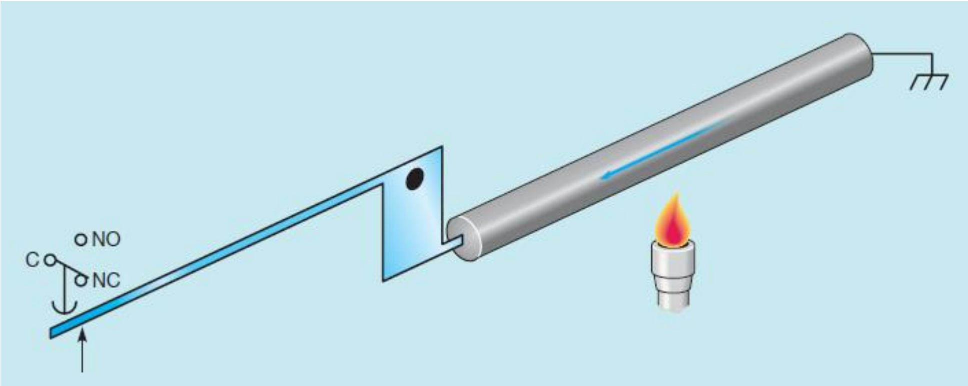
အပူချိန်အား sense လုပ်ရာတွင် အလွန်အသုံးများသော နည်းမှာ metal များ၏ ပြန့်ကားထွက်မှုဖြင့် အပူချိန်အား sense လုပ်ခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။ metal များအား အပူပေးလိုက်ပါက ပြန့်ကားထွက်သည်ကို ကာလရှည်ကြာကပင် သိရှိပြီးဖြစ်ပေမည်။

ထိုသို့ ပြန့်ကားထွက်မှုသည် ..

၁။ အသုံးပြုသော metal အမျိုးအစား

၂။ အပူချိန်ပမာဏ စသော အချက်နှစ်ချက်ပေါ်တွင် တည်မှီနေပေသည်။

ပုံ ၁၄.၁ တွင်ပြသထားသော metal bar တစ်ခုအား လေ့လာကြည့်ပါ။ bar အား အပူပေးလိုက်သော အခါတွင် အလျား ရှည်ထွက်လာပေမည်။ metal အား အအေးခံလိုက်သောအခါတွင် ပြန်လည်ကျုံ့ဝင်သွားပေမည်။ ကျုံ့ဝင်ခြင်း နှင့် ပြန့်ကားထွက်ခြင်းအစရှိသည်တို့အတွက် ရွေ့လျားမှု ပမာဏ သည် သေးငယ်သော်လည်း ယင်းကဲ့သို့သော ရွေ့လျားမှုအား ပိုမိုတိုးတက်လာစေရန် ရိုးရှင်းသော mechanical principle အား အသုံးပြုနိုင်ပါသည် (ပုံ ၁၄.၂)။



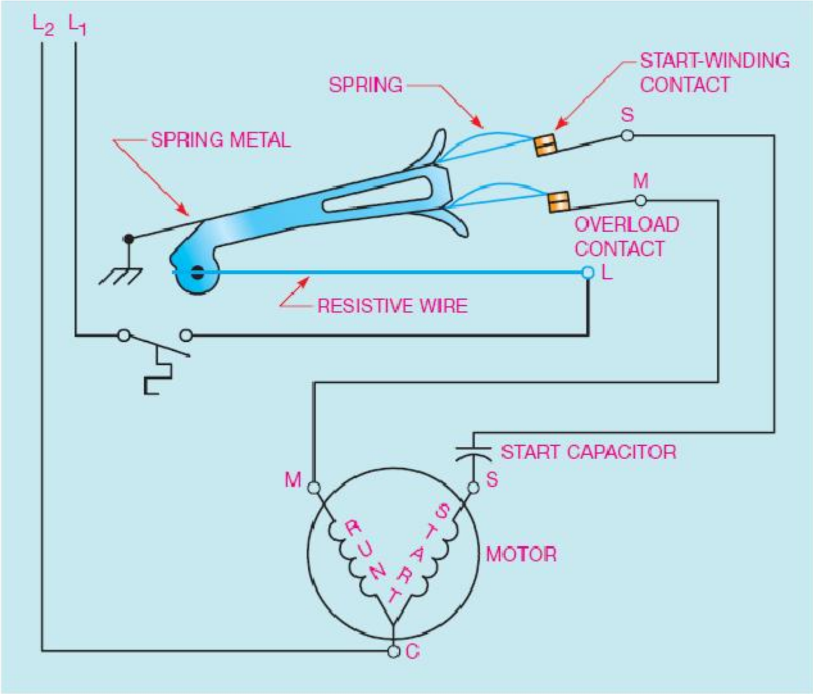
ပုံ ၁၄.၂ ရှည်ထွက်လာသည့် metal မှ contact တစ်စုံအား operate လုပ်ပုံ

Metal bar ၏ တစ်ဖက်ခြမ်းအား ပုံသေဖြစ်နေစေရန် တပ်ဆင်ထားလိုက်ပါက ပြန့်ကားထွက်မှုသည် ဦးတည်ရာဖက်တစ်ခုတည်းအတွက်သာဖြစ်ပေတော့မည်။ metal အား အပူပေး လိုက်သောအခါတွင် bar သည် ပြန့်ကားထွက်လာကာ mechanical arm အား တွန်းထုတ်ပေမည်။ metal bar ၏ အနည်းငယ်မျှ ရွေ့လျားမှုသည် mechanical arm အတွက် ကြီးမားသော ရွေ့လျားမှုပမာဏ ကို ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။ ထိုသို့ arm တွင် ဖြစ်ပေါ်လာသော တိုးမြင့်လာသောရွေ့လျားမှုအား bar ၏ အပူချိန်အား ညွှန်ပြနိုင်ရန် pointer တစ်ခုနှင့် scale အားတပ်ဆင်၍ဖြစ်စေ၊ သို့မဟုတ် ပုံပါအတိုင်း switch တစ်ခုအား တပ်ဆင်၍ဖြစ်စေ အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ ပုံတွင်ပြထားသည်တို့သည် မည်သို့မည်ပုံ လုပ်ဆောင်သည်ကို ရှင်းပြနိုင်ရန် အတွက်သာဖြစ်ပါသည်။ လက်တွေ့တွင်မူ ပုံ ၁၄.၂ သည် contact များအတွက် snap action ဖြစ်စေရန် အတွက် spring ဖြင့် loaded လုပ်ထားပါသည်။ electrical contact များအား နှေးကွေးစွာ open သို့မဟုတ် close လုပ်ရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။ ထိုသို့ နှေးကွေးစွာ လုပ်ဆောင်ခဲ့ပါက contact pressure ကို နည်းပါးစေသည့်အတွက် contact များအား လောင်ကျွမ်းစေခြင်း သို့မဟုတ် equipment များအတွက်

ရည်မှန်းထားသည့် control လုပ်မှုနှင့် မသက်ဆိုင်သော ပုံမှန်မဟုတ်သည့် လုပ်ဆောင်မှုများကို ဖြစ်စေတတ်ပါသည်။

Hot-wire Starting Relay

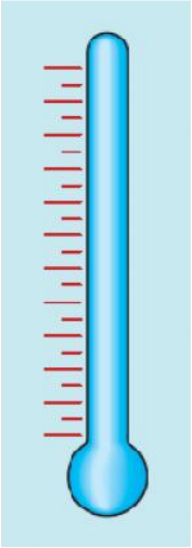
Metal များ ပြန့်ကားထွက်သော ဥပဒေသအား အသုံးပြုကာ contact တစ်စုံအား operate လုပ်ရန်အတွက် တည်ဆောက်ထားသော အသုံးများသော device တစ်ခုမှာ hot-wire starting relay ဖြစ်ပြီး refrigeration နှင့်သက်ဆိုင်သော စက်မှုလုပ်ငန်းများတွင် မြင်တွေ့နိုင်ပါသည်။ hot-wire relay ဟု အမည်တွင်ရခြင်းမှာ ခုခံမှုပမာဏတစ်ခုရှိပြီး အလျားတစ်ခုရှည်သော ဝါယာတစ်ခုအား အသုံးပြုကာ မော်တာ၏ လျှပ်စီးအား sense လုပ်နိုင်ရန်အတွက် တန်းဆက် ဆက်ထားခြင်းကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။ ထိုသို့သော relay အား ပုံ ၁၄.၃ တွင် ပြသထားပါသည်။



ပုံ ၁၄.၃ Hot-wire relay အား ဆက်သွယ်ထားပုံ

Thermostat contact သည် close လုပ်သွားချိန်တွင် လျှပ်စီးသည် line L1 မှ relay ၏ terminal L ထံသို့ စီးဆင်းနိုင်ပါသည်။ လျှပ်စီးသည် ခုခံမှုရှိသော ဝါယာကြိုး၊ movable arm နှင့် normally close ဖြစ်နေသည့် run နှင့် start winding တို့အား ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသွားပေမည်။ လျှပ်စီးသည် ခုခံမှုရှိသော ဝါယာကြိုးအား ဖြတ်သန်းစီးဆင်းပြီးနောက်တွင် ယင်း၏ အပူချိန်သည် တိုးလာပေမည်။ ယင်းကဲ့သို့

တိုးမြင့်လာသော အပူချိန်ကြောင့် ဂါယာအလျားအား တိုးတက်လာစေပါသည်။ ထိုသို့ အလျားတိုးလာခြင်းကြောင့် movable arm သည် အောက်သို့ စိုက်ဆင်းသွားပေမည်။ ထိုသို့သော downward pressure သည် contact နှစ်ခုစလုံး၏ spring များအတွက် တင်းအားကို ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။ relay ၏ start contact သည် ဦးစွာ ရုတ်ချည်း open ဖြစ်ပြီးနောက် မော်တာ၏ start winding အား လျှပ်စီးပတ်လမ်းမှ ပြတ်တောက်စေပါသည်။ မော်တာလျှပ်စီးသည် ပိုမိုလွန်ကဲခြင်းမရှိခဲ့ပါက ဂါယာသည် overload contact အား open ဖြစ်စေနိုင်လောက်သော လုံလောက်သော အပူချိန်ကို ရရှိမည်မဟုတ်ပေ။ မော်တာလျှပ်စီးသည် အလွန်ပိုလွန်ခဲ့ပါက ခုခံမှုရှိနေသော ဂါယာ၏ အပူချိန်သည် တိုးလာကာ overload contact အနေဖြင့် ရုတ်တရက် open ဖြစ်သွားစေနိုင်ရန်အတွက် လုံလောက်သော point တစ်ခုသို့ ဂါယာသည် ပြန့်ကားထွက်လာပြီးနောက်တွင် မော်တာ၏ run winding အား လျှပ်စီးပတ်လမ်းမှ ဖြတ်တောက်ပြစ်လိုက်ပေမည်။



ပုံ ၁၄.၄ သတ္တုပြန့်ကားခြင်းအားဖြင့် လုပ်ဆောင်သော mercury thermometer တစ်ခု

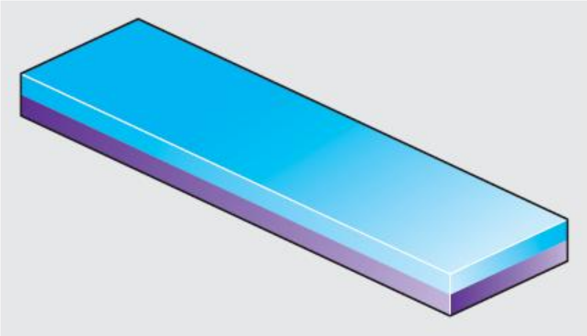
Mercury အသုံးပြုသော Thermometer

Metal များ၏ ကျုံ့ဝင်ခြင်းနှင့် ပြန့်ကားထွက်ခြင်းဟူသော နည်းဥပဒေသအပေါ်တွင် အလုပ်လုပ်သော အလွန်အသုံးများသော device နောက်တစ်မျိုးမှာ mercury thermometer ဖြစ်ပါသည်။ mercury သည် သတ္တုတစ်မျိုးဖြစ်ကာ အခန်းအပူချိန်တွင် ယင်းသည် အရည်အခြေအနေတွင်ရှိပါသည်။ အကယ်၍ ယင်း mercury အား ပုံ ၁၄.၄ တွင်ပြသထားသည့်အတိုင်း ဖန်ပြွန်အတွင်း ထည့်သွင်းထားရှိပါက

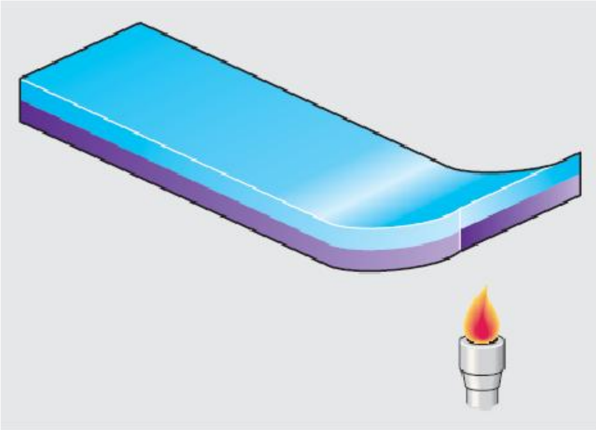
အပူချိန်မြင့်တက်လာသည်နှင့် ယင်းလည်း ပြန့်ကားထွက်လာပေမည်။ ဖန်ပြွန်တွင် ဖတ်ရှုနိုင်သော စကေးများမှန်ကန်တိကျစွာပါရှိခဲ့ပါလျှင် တိကျသော အပူချိန်တိုင်းတာမှုအား ရရှိနိုင်ပါသည်။

Bimetal အပြား

Bimetal အပြားသည် metal များ ပြန့်ကားထွက်ခြင်းအားဖြင့် လုပ်ဆောင်သည့် device နောက်တစ်မျိုးဖြစ်ပါသည်။ room thermostat များနှင့် thermometer များထုတ်လုပ်ရာတွင် အပူချိန်အား sense လုပ်ရန်အတွက် အသုံးများသော device ဖြစ်ပါသည်။ bimetal အပြားကို မတူညီသော metal နှစ်မျိုးအား တွဲဖက်ကာ ပြုလုပ်ထားပါသည် (ပုံ ၁၄.၅)။ ယင်း metal နှစ်မျိုးတို့သည် မတူညီကြခြင်းကြောင့် ယင်းတို့တွင် မတူကွဲပြားသော ပြန့်ကားနှုန်းများရှိကြပါသည်။

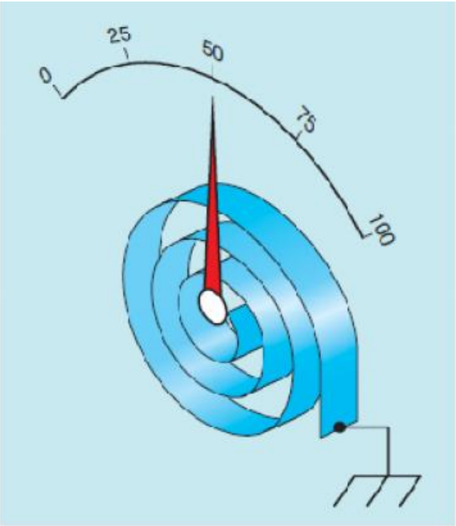


ပုံ ၁၄.၅ Bimetal အပြားတစ်ခု

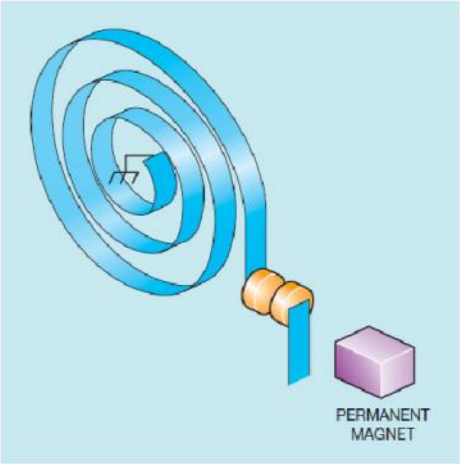


ပုံ ၁၄.၆ အပူချိန်ပြောင်းလဲမှုကြောင့် bimetal အပြားလိပ်၍သွားပုံ

ထိုအချက်ကြောင့် အပြားအား အပူပေးလိုက်ခြင်းအားဖြင့် ကွေးခြင်း သို့မဟုတ် ပုံပြောင်းသွားခြင်း တို့ဖြစ်ပေါ်ပါသည် (ပုံ ၁၄.၆)။ bimetal အပြားတစ်ခုသည် ပုံ ၁၄.၇ တွင်ပြသထားသည့်အတိုင်း ခရုခွေရစ်ခွေနေသောပုံစံ (spiral shape) လည်း ရှိတတ်ပါသည်။ ခရုခွေရစ်ခွေနေသော ပုံစံဖြစ်နေသည့်အတွက် ပိုမိုရှည်လျားသော bimetal အပြားအား အသုံးပြုရပေမည်။ ရှည်လျားသော bimetal အပြားသည် အပူချိန်ပြောင်းလဲသည်နှင့် ရွေ့လျားမှု ပိုမိုလုပ်နိုင်ပေသည်။



ပုံ ၁၄.၇ bimetal အပြားတစ်ခုအား အသုံးပြုထားသော thermometer

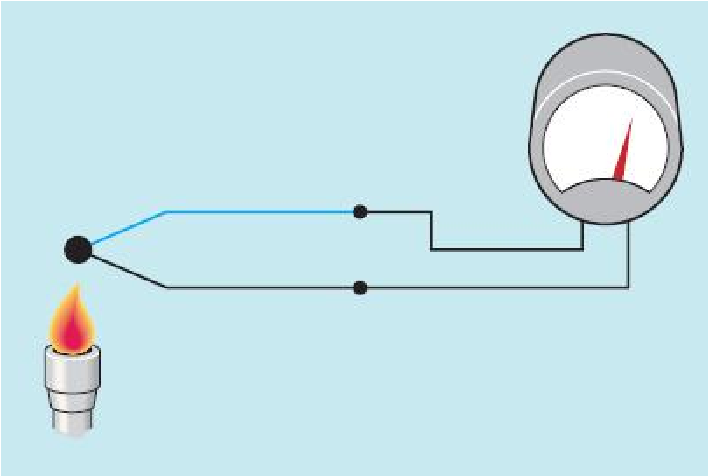


ပုံ ၁၄.၈ contact တစ်စုံ လုပ်ဆောင်ရန်အတွက် bimetal အပြားတစ်ခုအားအသုံးပြုပုံ

အကယ်၍ အပြား၏ တစ်ဖက်ခြမ်းအား ခိုင်မြဲစွာလုပ်ဆောင်ထားရှိကာ pointer အား ခရုခွေ၏ အလယ်ဗဟိုတွင် ထားရှိပါက အပူချိန်ပြောင်းလည်းသည်နှင့် pointer အား လည်ပတ်စေပါသည်။ pointer ၏ အနောက်ဖက်တွင် ဖတ်ရှုနိုင်သော စကေးအား ထားရှိပါက ယင်းသည် thermometer ဖြစ်သွားပေမည်။ ခရုခွေ၏ ဗဟိုချက်အား နေရာချထားပြီး contact တစ်ခုအား bimetal အပြား၏ အဆုံးဖက်ခြမ်းတွင် ထားရှိခဲ့ပါလျှင် thermostat တစ်ခု ဖြစ်သွားပေမည်။ သေးငယ်သော အမြဲတမ်းသံလိုက်အား contact များ snap action ရရှိစေရန် ထည့်သွင်းအသုံးပြုပါသည် (ပုံ ၁၄.၈)။ ရွေ့လျားသော contact သည် ပုံသေတပ်ဆင်ထားသော contact အနီး နေရာတစ်ခုသို့ရောက်ရှိသောအခါတွင် သတ္တုအပြားအား သံလိုက်မှ ဆွဲငင်လိုက်သောကြောင့် contact များအား ရုတ်တရက် closing ဖြစ်စေပါသည်။ bimetal အပြား အေးသွားသောအခါတွင် သံလိုက်မှ ဝေးရာသို့ ဆွဲယူသွားပါသည်။ bimetal အပြားသည် လုံလောက်သော အင်အားရှိသောအခါတွင် သံလိုက်ဆွဲအားထက် သာလွန်သွားသည့်အတွက် contact များအား လျှင်မြန်စွာ open ဖြစ်စေပါသည်။

Thermocouple များ

၁၈၂၂ ခုနှစ်ခန့်က Seebeck ဟု အမည်တွင်သော ဂျာမန်သိပ္ပံပညာရှင်တစ်ဦးသည် မတူညီသော metal များအား တစ်ဖက်စွန်းတွင် တွဲဆက်ထားပြီး ယင်း အဆက်နေရာအား အပူပေးလိုက်ပါက ဗို့အားတစ်ခု ဖြစ်ပေါ်သည် ကို ရှာဖွေ တွေ့ရှိခဲ့ပါသည် (ပုံ ၁၄.၉)။ ယင်း အချက်ကို Seebeck effect ဟုခေါ်ပါသည်။



ပုံ ၁၄.၉ thermocouple

မတူညီသော metal များအား တွဲဆက်ထားကာ အပူပေးခြင်းဖြင့် လျှပ်စစ်ဓါတ်အားရရှိစေရန် ရည်ရွယ်ချက်ဖြင့် ထုတ်လုပ်ထားသော ပစ္စည်းကို thermocouple ဟုခေါ်ပါသည်။ thermocouple တစ်ခုမှ ထုတ်လုပ်ပေးသော ဗို့အား ပမာဏအား

၁။ thermocouple ပြုလုပ်ရာတွင်အသုံးပြုသော metal အမျိုးအစား

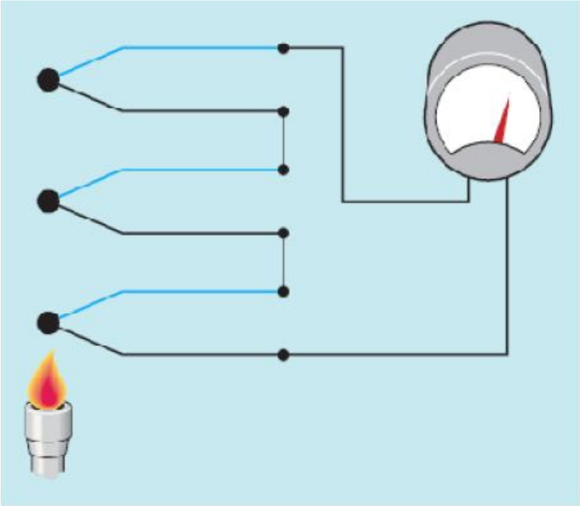
၂။ တွဲဆက်နစ်ခုရှိ အပူချိန် ကွာဟမှု တို့ဖြင့် ဆုံးဖြတ်နိုင်ပါသည်။

ပုံ ၁၄.၁၀ တွင် ပြသထားသော chart တွင်အသုံးများသော thermocouple များအား မြင်တွေ့နိုင်ပါသည်။ မတူညီသော metal များအား အသုံးပြုကာ thermocouple များအား တည်ဆောက်ထားခြင်းအား မြင်တွေ့နိုင်သကဲ့သို့ ယင်းတို့၏ ပုံမှန် temperature range များအားလည်း မြင်တွေ့နိုင်ပါသည်။

TYPE	MATERIAL		DEGREES F	DEGREES C
J	IRON	CONSTANTAN	−328 to +32 +32 to +1432	−200 to 0 0 to 778
K	CHROMEL	ALUMEL	−328 to +32 +32 to 2472	−200 to 0 0 to 1356
T	COPPER	CONSTANTAN	−328 to +32 +32 to 752	−200 to 0 0 to 400
E	CHROMEL	CONSTANTAN	−328 to +32 +32 to 1832	−200 to 0 0 to 1000
R	PLATINUM 13% RHODIUM	PLATINUM	+32 to + 3232	0 to 1778
S	PLATINUM 10% RHODIUM	PLATINUM	+32 to +3232	0 to 1778
B	PLATINUM 30% RHODIUM	PLATINUM 6% RHODIUM	+992 to +3352	533 to 1800

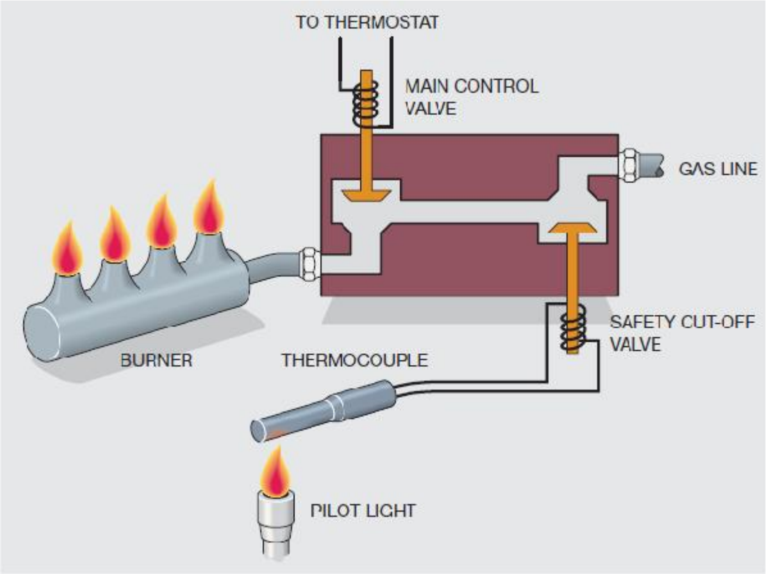
ပုံ ၁၄.၁၀ thermocouple ကားချပ်

Thermocouple တို့မှ ထုတ်လုပ်သော ဗို့အားပမာဏ သည် ယေဘုယျအားဖြင့် အလွန်နည်းပါးကာ မီလီဗို့မျှ (၁ မီလီဗို့ = ၀.၀၀၁ဗို့) သာ ရှိပါသည်။ အချို့သော thermocouple တို့မှ ထုတ်လုပ်သော ဗို့အား၏ polarity အား အပူချိန်အားဖြင့် ဆုံးဖြတ်နိုင်ပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် type J thermocouple သည် ၃၂ ဒီဂရီဖာရင်ဟိုက်တွင် သုညဗို့အား ကိုထုတ်လုပ်ပါသည်။ အပူချိန်သည် ၃၂ ဒီဂရီဖာရင်ဟိုက်ထက် ကျော်လွန်သောအခါတွင် iron wire သည် အပေါင်းဘက်ဖြစ်ကာ constantan wire မှာမူ အနုတ်ဖြစ်ပေမည်။ အပူချိန်သည် ၃၂ ဒီဂရီဖာရင်ဟိုက်အောက် သို့ ရောက်သွားသောအခါတွင် iron wire သည် အနုတ်ဖြစ်သွားပြီး constantan wire မှာမူ အပေါင်းဖြစ်လာပေမည်။ +၃၀၀ ဒီဂရီဖာရင်ဟိုက် အပူချိန်တွင် type J thermocouple တို့သည် +၇.၉ မီလီဗို့မျှကို ထုတ်လုပ်ပေးပါမည်။ -၃၀၀ ဒီဂရီဖာရင်ဟိုက် အပူချိန်တွင် ယင်း thermocouple သည် -၇.၉ မီလီဗို့မျှကို ထုတ်လုပ်ပေးပါမည်။



ပုံ ၁၄.၁၁ thermopile

Thermocouple တို့သည် ထိုကဲ့သို့ သေးငယ်သော ဗို့အားကို ထုတ်လွှတ်ပေးခြင်းကြောင့် ယင်းတို့အား ပုံ ၁၄.၁၁ တွင်ပြသထားသည့်အတိုင်း တန်းဆက် ဆက်ကာ အသုံးပြုကြပါသည်။ ထိုသို့သော ဆက်သွယ်မှုအား thermopile ဟု ညွှန်းဆိုကြပါသည်။ thermocouple များနှင့် thermopile များအား အပူချိန်တိုင်းတာရာတွင် အသုံးပြုကြကာ တစ်ခါတစ်ရံတွင် natural gas ဖြင့် operate လုပ်သော pilot light ကို အသုံးပြုကာ အပူချိန်တိုင်းတာစစ်ဆေးမှုပြုကြပါသည်။



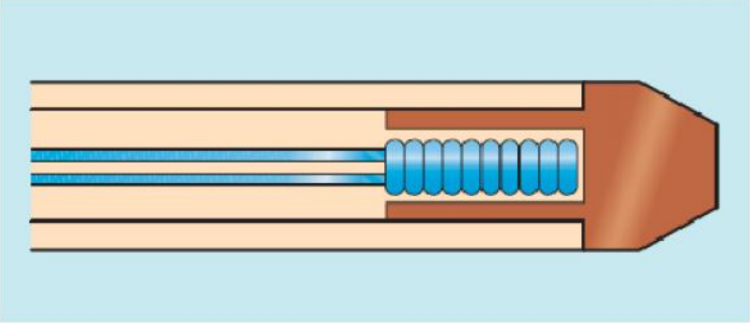
ပုံ ၁၄.၁၂ safety cut-off valve အတွက် ပါဝါကို thermocouple တစ်ခုမှ ရရှိပုံ

thermocouple အား pilot light ဖြင့် အပူပေးပါသည်။ thermocouple မှ ထုတ်လွှတ်သော လျှပ်စီးအား သံလိုက်စက်ကွင်း ဖြစ်စေရန် အသုံးပြုကာ gas valve တစ်ခုအား open ဖြစ်နေစေခြင်းဖြင့် gas တို့အား ပင်မ burner အထံသို့ ရောက်ရှိစေပါသည်။ pilot light မှိတ်သွားသည်နှင့် thermocouple မှ လျှပ်စီးထုတ်လွှတ်ခြင်း ရပ်တန့်သွားခြင်းကြောင့် valve လည်း close ဖြစ်သွားပေမည် (ပုံ ၁၄.၁၂)။

ခုခံမှု အသုံးပြုသော Temperature Detector များ

Resistance Temperature Detector (RTD) များအား platinum ဖြင့် ပြုလုပ်ထားပါသည်။ platinum ၏ ခုခံမှုသည် အပူချိန်ကြောင့် သိသိသာသာပြောင်းလဲပါသည်။ platinum အား အပူပေးသောအခါတွင် ယင်း၏ ခုခံမှုသည် သိသာထင်ရှားသော နှုန်းတစ်ခုဖြင့် တိုးတက်လာတတ်သည်ဖြစ်ရာ ယင်းအချက်ကြောင့် RTD သည် အပူချိန်အား အလွန်တိကျစွာ တိုင်းတာနိုင်စေသော စံပြုပစ္စည်းတစ်ခုဖြစ်လာပါသည်။ RTD များအား -၃၂၈ မှ +၁၁၆၆ ဒီဂရီဖာရင်ဟိုက် (-၂၀၀ မှ +၆၃၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်) အထိ တိုင်းတာရာတွင် အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ RTD များအား မတူကွဲပြားသော လုပ်ဆောင်ချက်များလုပ်ဆောင်နိုင်ရန် အတွက် ပုံစံအမျိုးမျိုးဖြင့် တည်ဆောက်ထားကြပါသည်။ ပုံ ၁၄.၁၃ တွင် probe အဖြစ်အသုံးပြုသော စံပြု RTD တစ်ခုအား ပြသထားပါသည်။ platinum ဂါယာ ဖြင့်ပြုလုပ်ထားသော အလွန်သေးငယ်သော ကွိုင်အား copper tip အတွင်း ထည့်သွင်းထားပါသည်။ copper အား ကောင်းမွန်သော thermal contact

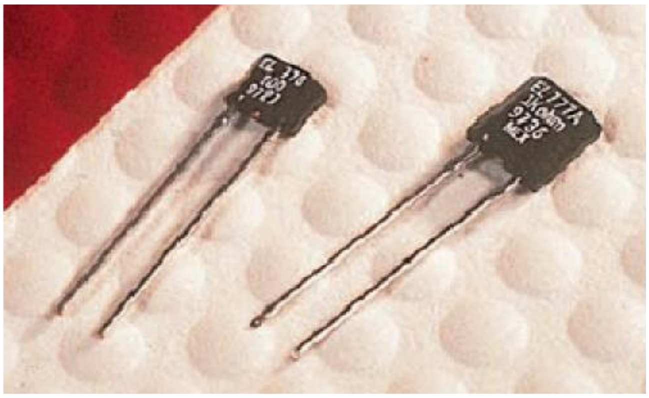
ရရှိစေရန်အတွက် အသုံးပြုပါသည်။ ယင်းအချက်ကြောင့် probe သည် အလွန်လျှင်မြန်စွာ လုပ်ဆောင်မှုကိုပြုပါသည်။ ပုံ ၁၄.၁၄ တွင်ပြသထားသော chart သည် စံပြု RTD တစ်ခုအတွက် ခုခံမှုနှင့် အပူချိန်တို့ ပြောင်းလဲမှုကို ပြသထားပါသည်။ အပူချိန်အား ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်အားဖြင့် ဖော်ပြထားကာ ခုခံမှုကိုမူ အုမ်းဖြင့် ဖော်ပြထားပါသည်။ မတူကွဲပြားသော case style ဖြင့် RTD နှစ်ခုအား ပုံ ၁၄.၁၅ တွင်ပြသထားပါသည်။



ပုံ ၁၄.၁၃ resistance temperature detector

Degrees C	Resistance (Ω)
0	100
50	119.39
100	138.5
150	157.32
200	175.84
250	194.08
300	212.03
350	229.69
400	247.06
450	264.16
500	280.93
550	297.44
600	313.65

ပုံ ၁၄.၁၄ စံပြု RTD တစ်ခု၏ အပူချိန် နှင့် ခုခံမှု ဇယား



ပုံ ၁၄.၁၅ ပုံစံသီးခြားဖြစ်နေသော RTD များ

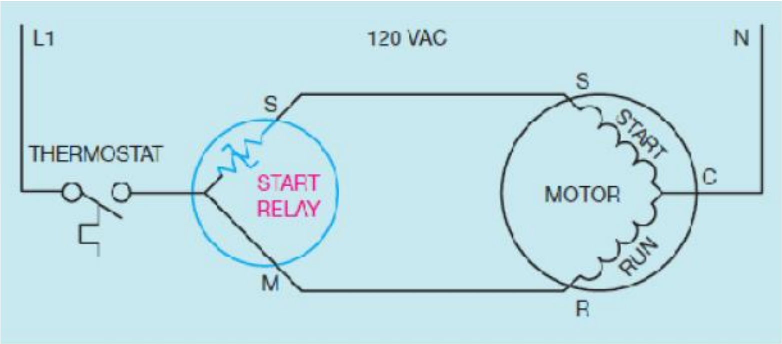
Thermistor များ

Thermistor ဟူသော စကားလုံးသည် "thermal resistor" ဟူသော စကားရပ်မှ ဆင်းသက်လာပါသည်။ thermistor တို့သည် အမှန်တစ်ကယ်အားဖြင့် အပူချိန်အား အာရုံခံမှုပြုနိုင်သော semiconductor ပစ္စည်းများဖြစ်ပါသည်။ အခြေခံအားဖြင့် thermistor နှစ်မျိုး ရှိရာ တစ်မျိုးမှာ Negative Temperature Coefficient (NTC) နှင့် အခြားတစ်မျိုးမှာမူ Positive Temperature Coefficient (PTC) တို့ဖြစ်ကြပါသည်။ negative temperature coefficient သဘာဝရှိသော thermistor တို့တွင် အပူချိန် တိုးလာသည်နှင့် ခုခံမှု ကျဆင်းသွားပါသည်။ positive temperature coefficient သဘာဝရှိသော thermistor တို့တွင်မူ အပူချိန်တိုးလာသည်နှင့် ခုခံမှုလည်း တိုးတက်လာပါသည်။ NTC thermistor အား တွင်တွင်ကျယ်ကျယ် အသုံးပြုကြပါသည်။

Thermistor တို့သည် အလွန် linear မဖြစ်သော ပစ္စည်းများဖြစ်ကြပါသည်။ ထိုအချက်ကြောင့် ယင်းတို့အား အပူချိန် တိုင်းတာရာတွင် အသုံးပြုရန် မလွယ်ကူပါ။ thermistor အသုံးပြုကာ အပူချိန်တိုင်းတာသော ပစ္စည်းတို့တွင် အသုံးပြုထားသော thermistor အမျိုးအစား တစ်ခုတည်း အပေါ်တွင်သာ စကေးသတ်မှတ်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ thermistor အား အမြဲလိုလို ပြောင်းလဲ တပ်ဆင်မှုပြုပါက တိတိကျကျပြောင်းလဲရမည်ဖြစ်ကာ ထိုသို့မဟုတ်ပါက လျှပ်စီးပတ်လမ်းသည် ကောင်းမွန် မှန်ကန်စွာ အလုပ်လုပ်မည် မဟုတ်ပေ။ ယင်းတို့၏ linear မဟုတ်သော ဂုဏ်သတ္တိကြောင့် thermistor တို့အား အမှန်တကယ် အပူချိန် တိုင်းတာခြင်းနှင့် ဆန့်ကျင်ကာ set point detector အဖြစ်မကြာခဏ အသုံးပြုကြပါသည်။ set point detector တစ်ခုသည် အပူချိန်သည်တစ်စုံတစ်ရာသော level သို့ရောက်ရှိသောအခါတွင် process သို့မဟုတ် circuit တစ်ခုအား activate လုပ်စေပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် thermistor တစ်ခုအား မော်တာတစ်လုံး ၏ stator winding အတွင်း ထည့်သွင်းထားရှိသည်ဟု ယူဆထားပါ။ မော်တာသည် အလွန်ပူလာသောအခါတွင် winding သည် ဆိုးဆိုးရွားရွား ပျက်စီးခြင်းရှိတတ်ပါသည်။ thermistor အား winding ၏ အပူချိန်အား စုံစမ်းရန်အတွက် အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ အပူချိန်သည် တစ်စုံတစ်ရာသော အမှတ်သို့ရောက်ရှိချိန်တွင် thermistor ၏ ခုခံမှုတန်ဘိုး ပြောင်းလဲမှုသည် stator coil အား ဖြတ်တောက်ဖယ်ထုတ်နိုင်လောက်စေသော လုံလောက်သော ပမာဏကို ဖြစ်စေကာ မော်တာအား ပါဝါလိုင်းမှ ပြတ်တောက်သွားစေပါသည်။ thermistor များသည် အပူချိန် -၁၀၀ မှ +၃၀၀ ဒီဂရီဖာရင်ဟိုက်အတွင်း operating လုပ်နိုင်ကြပါသည်။

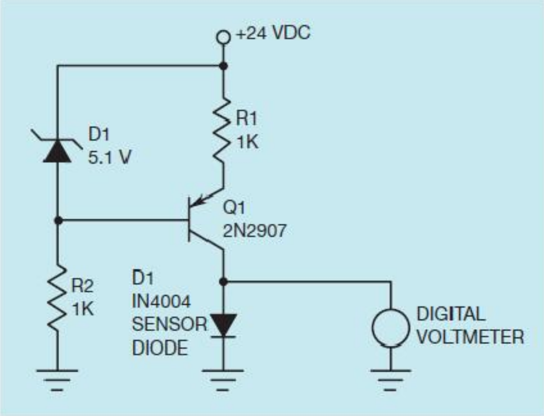
ပုံ ၁၄.၁၆ solid-state starting relay

Thermistor တစ်ခုအား သေးငယ်သော refrigeration compressor တို့၏ solid state starting relay တို့တွင် အသုံးများပါသည် (ပုံ ၁၄.၁၆)။ starting relay များအား အလုံပိတ်ထားသော မော်တာများအတွက် မော်တာ၏ လည်ပတ်နှုံး သည် လည်ပတ်နှုံးအပြည့်၏ ၇၅% ရှိစဉ်တွင် start winding အား လျှပ်စီးပတ်လမ်းမှ ဖြတ်တောက်ပြစ်ရန် အတွက် အသုံးပြုကြပါသည်။ thermistor များသည် ယင်းတို့၏ ခုခံမှုအား အပူချိန်ပြောင်းလဲမှုတစ်ခုအတွင်း အလျှင်အမြန်ပြောင်းလဲနိုင်သော သဘာဝကြောင့် ထိုကဲ့သို့သော လုပ်ငန်းများတွင် အသုံးပြုကြခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ပုံ ၁၄.၁၇ တွင် solid state relay တစ်လုံးအား မည်သို့ ဆက်သွယ်တပ်ဆင်ထားသည်ကို ပြသော schematic diagram ကို ပြသထားပါသည်။



ပုံ ၁၄.၁၇ Solid-state starting relay တစ်လုံးအား ဆက်သွယ်ထားပုံ

လျှပ်စီးပတ်လမ်းအား ပါဂါပေးလိုက်သောအခါတွင် thermistor သည် အေးသော အခြေအနေတွင်ရှိနေသောကြောင့် ခုခံမှု နိမ့်ပါးပါသည်။ ယင်းအချက်ကြောင့် start နှင့် run အစရှိသည့် မော်တာ winding များတွင် လျှပ်စီး ကို စီးဆင်းစေပါသည်။ thermistor အတွင်း လျှပ်စီး စီးဆင်းသည့်အတွက်ကြောင့် thermistor ၏ အပူချိန်သည်လည်း တိုးတက်လာပါသည်။ ထိုကဲ့သို့ အပူချိန် တိုးတက်လာခြင်းသည် ခုခံမှုအား အလွန်နိမ့်ပါးသော ၃ သို့မဟုတ် ၄ အုမ်းမှ သည် ထောင်ပေါင်းများစွာသော အုမ်းအရေအတွက်သို့ တိုးတက်သွားစေပါသည်။ ထိုသို့ ခုခံအား တိုးတက်မှုသည် အလွန်လျှင်မြန်လှသည်ဖြစ်ရာ start winding နှင့် တန်းဆက် ဖြစ်နေသော contact တစ်စုံအား opening ဖြစ်စေပါသည်။ start winding သည် ပါဂါလိုင်းမှ လုံး၀ ပြတ်တောက်ခြင်း မရှိပဲ ယင်းအတွင်း ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသော လျှပ်စီးပမာဏမှာမူ ပုံမှန်အားဖြင့် ၀.၀၃ မှ ၀.၀၅ အမ်ပီယာမျှ အလွန်သေးငယ်သော ပမာဏသာ စီးဆင်းသော်လည်း မော်တာ၏ operating လုပ်မှုအား မည်သို့မျှ မထိခိုက်ပေ။ ယင်း အလွန်သေးငယ်သော လျှပ်စီးသည် thermistor ၏ အပူချိန်ကို ထိန်းထားကာ ယင်း၏ ခုခံမှုအား နိမ့်ကျမသွားစေရန် တားဆီးထားပေမည်။ မော်တာအား ပါဂါဖြတ်တောက်လိုက်ချိန်တွင် မော်တာပြန်လည်စတင်မမောင်းနှင်မီတွင် ၂ မိနစ်ခန့်မျှ အအေးခံထားရပေမည်။ ထိုသို့ အအေးခံရန် လိုအပ်ခြင်းမှာ thermistor အား နိမ့်ပါးသော ခုခံမှု တန်ဘိုးကို ပြန်လည်ရရှိစေရန် ဖြစ်ပါသည်။



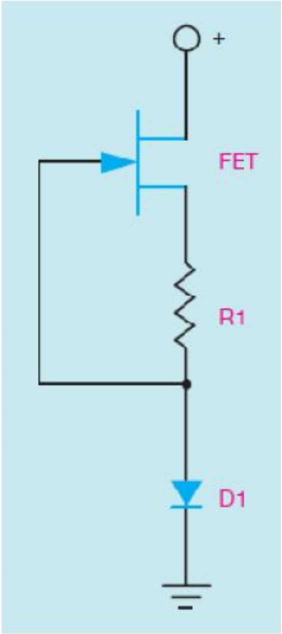
ပုံ ၁၄.၁၈ တသမတ်လျှပ်စီးကိုပေးသည့် လျှပ်စီးပတ်လမ်း

PN Junction

အပူချိန်ကို တိုင်းတာနိုင်စွမ်းရှိသော ပစ္စည်းနောက်တစ်မျိုးမှာ PN Junction သို့မဟုတ် ဒိုင်အုပ် ဖြစ်ပါသည်။ ဒိုင်အုပ်သည် အပူချိန်တိုင်းတာမှုတွင် တိကျမှု နှင့် linear ဖြစ်မှုတို့ကြောင့် အလွန်လူသိများ ထင်ရှားလာပါသည်။

Silicon diode အား temperature sensor အဖြစ်အသုံးပြုရာတွင် ဒိုင်အုပ်အတွင်း constant current စီးဆင်းပါသည်။ ပုံ ၁၄.၁၈ တွင် ထိုကဲ့သို့သော လျှပ်စီးပတ်လမ်းအား ပြသထားပါသည်။ ယင်း လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် resistor R1 သည် transistor နှင့် sensor diode အတွင်း လျှပ်စီး စီးဆင်းမှုအား ကန့်သတ်ပါသည်။ R1 ၏ တန်ဘိုးသည် ဒိုင်အုပ်အတွင်း ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသော လျှပ်စီးကို အဆုံးအဖြတ်ပေးပါသည်။ Diode D1 သည် ၅.၁ ဗို့ ဇီနာဒိုင်အုပ်ဖြစ်ကာ ယင်းအား PNP transistor ၏ base နှင့် emitter တို့အကြား constant voltage drop ရရှိစေရန်အတွက် အသုံးပြုပါသည်။ Resistor R2 သည် ဇီနာဒိုင်အုပ်နှင့် transistor ၏ base တို့အတွင်း ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသည့် လျှပ်စီးပမာဏ အားကန့်သတ်ပါသည်။ D1 သည် ပုံမှန်သုံးစွဲနေကျ silicon diode တစ်လုံးဖြစ်ပါသည်။ ယင်းအား လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွက် temperature sensor အဖြစ် အသုံးပြုပါသည်။ ဒိုင်အုပ်အား ခွလျှက် digital voltmeter ဖြင့် ဆက်သွယ်ထားပါက ဗို့အားဆုံးရှုံးမှုသည် ၀.၈ နှင့် ၀ ဗို့အကြားရှိနေသည်ကို မြင်တွေ့ရပေမည်။ ဗို့အားဆုံးရှုံးမှု ပမာဏအား ဒိုင်အုပ်၏ အပူချိန်အားဖြင့် ဆုံးဖြတ်ပါသည်။

Constant current generator အဖြစ် အသုံးပြုသော နောက်ထပ် လျှပ်စီးပတ်လမ်းတစ်ခုအား ပုံ ၁၄.၁၉ တွင်ပြသထားပါသည်။ ယင်း လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် Field Effect Transistor (FET) အား current generator အဖြစ်အသုံးပြုထားပါသည်။ Resistor R1 သည် ဒိုင်အုပ်အတွင်း ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသွားသော လျှပ်စီးပမာဏအား ဆုံးဖြတ်ပေးပါသည်။ Diode D1 သည် temperature sensor ဖြစ်ပါသည်။

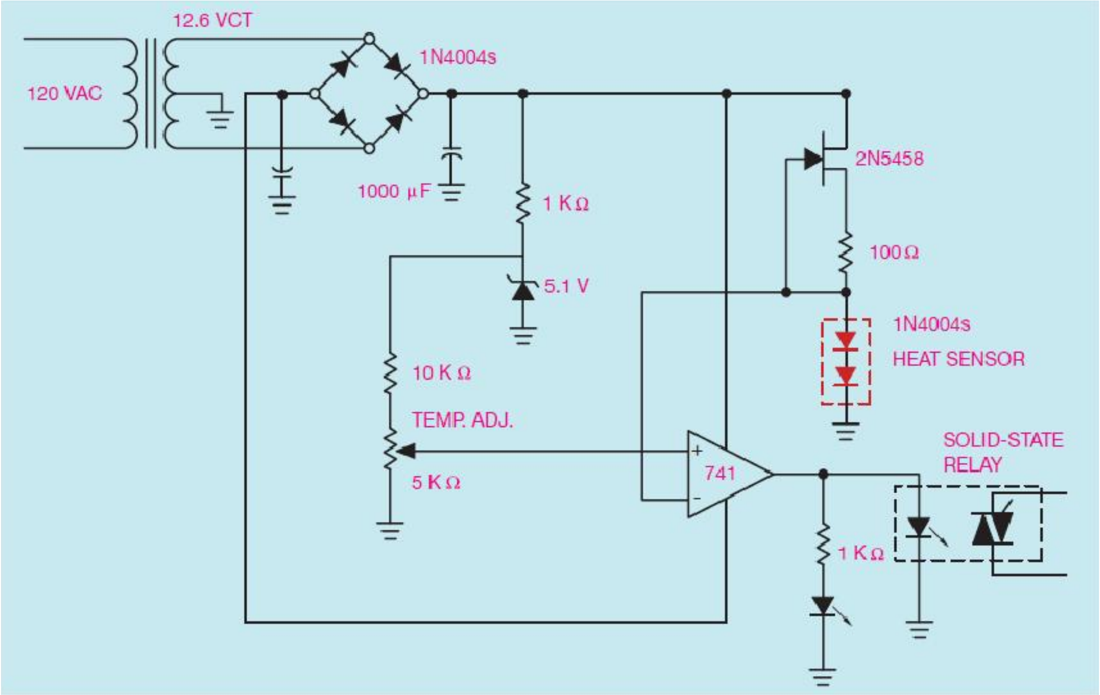


ပုံ ၁၄.၁၉ field effect transistor ကို အသုံးပြုကာ တည်ဆောက်ထားသော

တသမတ်လျှပ်စီးထုတ်ပေးသော လျှပ်စီးပတ်လမ်း

ဒိုင်အုပ်အား အပူချိန် နိမ့်ပါးစေလိုပါက ရေခဲတုံးငယ်ဖြင့် ထိထားစေကာ ဒိုင်အုပ်တွင် ဖြစ်ပေါ်လာမည့် ဗို့အား ဆုံးရှုံးမှုသည် တိုးလာပေမည်။ ဒိုင်အုပ် အပူချိန် တိုးလာခဲ့ပါက ဗို့အားဆုံးရှုံးမှု လျော့ကျသွားမည်ဖြစ်ကာ ထိုသို့ဖြစ်ရခြင်းမှာ ဒိုင်အုပ်တွင် negative temperature coefficient ရှိခြင်းကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။ အပူချိန် တိုးလာပါက ဗို့အား ဆုံးရှုံးမှု နည်းသွားစေသည်ဟု ဆိုလိုပါသည်။

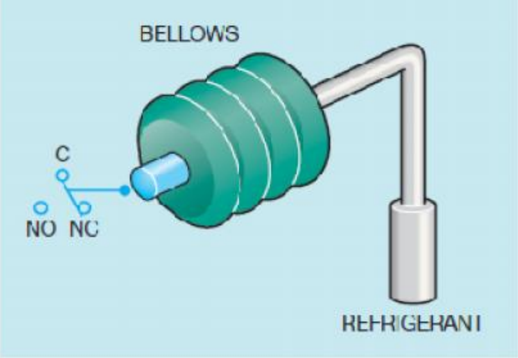
ပုံ ၁၄.၂၀ တွင် ဒိုင်အုပ်နှစ်လုံးအား တန်းဆက်ချိတ်ထားကာ electronic thermostat အဖြစ် အသုံးပြုနိုင်ရန် တည်ဆောက်ထားပါသည်။ ယင်း ဒိုင်အုပ်နှစ်လုံးတို့သည် အပူချိန်ပြောင်းလဲသည်နှင့် ဗို့အားဆုံးရှုံးမှု တိုးလာစေရန် အသုံးပြုထားပါသည်။ Field Effect Transistor တစ်လုံးနှင့် resistor တို့အား heat sensor အဖြစ်အသုံးပြုသော ဒိုင်အုပ်နှစ်လုံးကို တသမတ် လျှပ်စီး ရရှိစေရန် အသုံးပြုထားပါသည်။ operational amplifier တစ်လုံးအား အပူချိန်ပြောင်းလဲသည်နှင့် solid-state relay တစ်လုံးအား on ခြင်း သို့မဟုတ် off ခြင်း တို့ ပြုလုပ်နိုင်ရန် အသုံးပြုထားပါသည်။ ယင်း ဥပမာတွင် လျှပ်စီးပတ်လမ်းသည် heating thermostat အဖြစ်ဖြင့် operate လုပ်ပါမည်။ အပူချိန် လုံလောက်စွာ လျော့ကျသွားသည်နှင့် amplifier ၏ output သည် turn on လုပ်ပါမည်။ amplifier ၏ inverting နှင့် non-inverting input တို့၏ connection များအား ပြောင်းပြန်ဆက်သွယ်လိုက်ခြင်းအားဖြင့် ယင်းလျှပ်စီးပတ်လမ်းအား cooling thermostat အဖြစ် ပြောင်းလဲ အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။



ပုံ ၁၄.၂၀ diode အား heat sensor များအဖြစ်အသုံးပြုထားသော solid-state thermostat

ဖိအားကြောင့် ပြန့်ကားထွက်ခြင်း

အပူချိန်ပြောင်းလဲမှုအား sense လုပ်ရာတွင် အသုံးများသော နောက်တစ်နည်းမှာ အချို့သော ဓါတုပစ္စည်းများအား ဖိအားတိုးမြှင့်လိုက်ခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့် အလုံပိတ်ထားသော container အတွင်း ထည့်သွင်းထားသည့် refrigerant များသည် အပူချိန်ပြောင်းလဲသည်နှင့် ယင်း container အတွင်း ဖိအား တိုးတက်စေပါသည်။



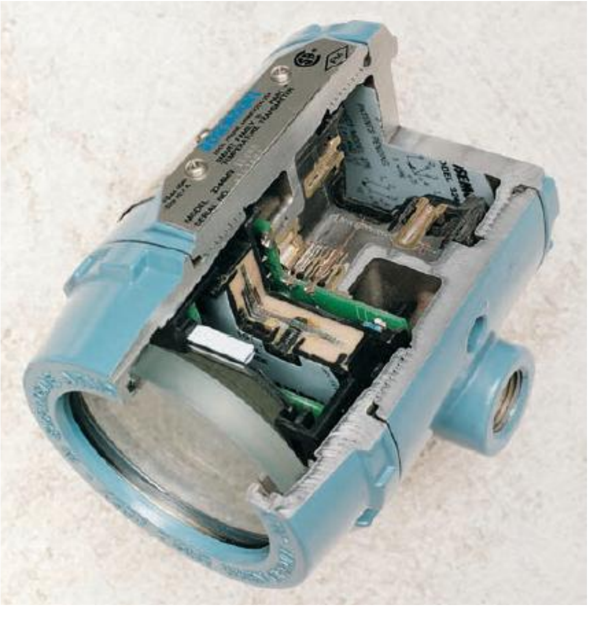
ပုံ ၁၄.၂၁ refrigerant ၏ ဖိအား ပြောင်းလဲမှုကြောင့် bellows မှ ကျုံ့ဝင်ခြင်း နှင့် ကျယ်ပြန့်ထွက်ခြင်းတို့ဖြစ်ပေါ်ပုံ

refrigerant ရှိနေသည့် line တစ်ခုတွင် bellows တစ်ခုအား တပ်ဆင်ထားပါက (ပုံ ၁၄.၂၁) အလုံပိတ်ထားသော စံနစ် (seal system) အတွင်း ဖိအားတိုးလာပါက bellows တို့သည်လည်း ကျယ်ပြန့်လာပေမည်။ ပတ်ဝန်းကျင်ရှိ လေထုအပူချိန် ကျဆင်းလာပါက system အတွင်းရှိ ဖိအားလည်း ကျဆင်းလာခြင်းကြောင့် bellows သည်လည်း ကျုံ့ဝင်သွားပေမည်။ လေထုအပူချိန်တိုးလာသည်နှင့် ဖိအား တိုးတက်လာကာ bellows သည်လည်း ကျယ်ပြန့်လာပေမည်။ အကယ်၍ bellows သည် contact တစ်စုံအား controls လုပ်ခဲ့ပါက bellows အမျိုးအစား thermostat ဖြစ်လာပေမည်။ bellows အမျိုးအစား thermostat နှင့် temperature ဖြင့် operate လုပ်သော switch အတွက် NEMA မှ စံပြုအသုံးပြုထားသော သင်္ကေတများအား ပုံ ၁၄.၂၂ တွင်ဖော်ပြထားပါသည်။

ပုံ ၁၄.၂၂ စက်မှုလုပ်ငန်းသုံး temperature switch

Smart Temperature Transmittor များ

စံပြု temperature transmitter တို့သည် ယေဘုယျအားဖြင့် ၄ မှ ၂၀ မီလီအမ်ပီယာအထိသော signal အား temperature မည်မျှ ရှိသည်ကို ညွှန်ပြရန်အတွက် ပေးပို့နိုင်ပါသည်။ ယင်းတို့သည် သုညမှ ၁၀၀ဒီဂရီ အထိကဲ့သို့သော အပူချိန် အတိုင်းအတာအား စကေးဖြင့်ဖော်ပြပေးနိုင်ပါသည်။



ပုံ ၁၄.၂၃ Smart temperature transmitter တစ်လုံး၏ ဖြတ်ပိုင်းပုံ

စံပြု temperature transmitter တို့အား RTD၊ thermocouple နှင့် အခြား အပူချိန်ကို sense လုပ်နိုင်သည့် sensor အမျိုးအစား တစ်ခုဖြင့် operate လုပ်နိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပါသည်။ setting တစ်ခုခု ပြောင်းလဲသွားပါက unit အား ပြန်လည် စကေးချိန်ညှိရန် လိုအပ်ပါသည်။

ပုံ ၁၄.၂၄ မီတာ ပါသော smart temperature transmitter

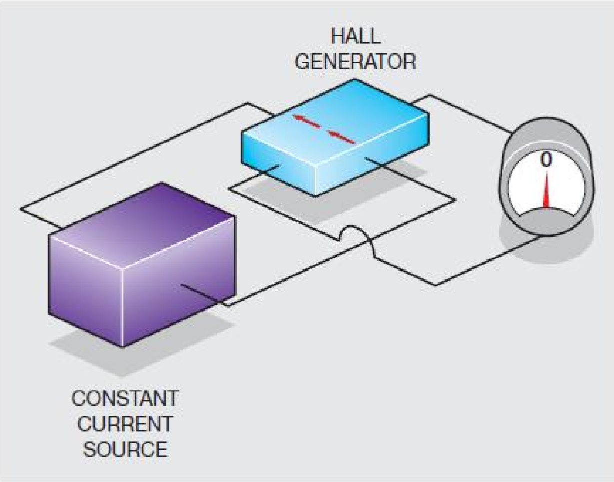
Smart transmitter များ၏ အတွင်းပိုင်းတွင် microprocessor တစ်လုံးပါရှိကာ control room မှ transmitter ထံသို့ signal ပေးပို့ခြင်းအားဖြင့် အပူချိန် အနိမ့်အမြင့် အစရှိသော စကေးများအား ဖော်ပြနိုင်ပါသည်။ ထို့အပြင် transmitter တွင် ပြဿနာတစ်ခုခု ဖြစ်ပေါ်ပါကလည်း အဝေးတစ်နေရာမှ စစ်ဆေးနိုင်ပါသည်။ smart temperature transmitter တစ်လုံး၏ ဖြတ်ပိုင်းပုံအား ပုံ ၁၄.၂၃ တွင်ပြသထားပါသည်။ ပုံ ၁၄.၂၃ တွင် ပြသထားသော ပုံသည် HART (Highway Addressable Remote Transducer) ပရိုတိုကော ဖြစ်ပါသည်။ ယင်း transmitter အနေနှင့် RTD၊ differential RTD၊ Thermocouple၊ အုမ်း နှင့် မီလီဗို့ input များ အား လက်ခံအသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ မီတာပါသော smart temperature transmitter တစ်လုံးအား ပုံ ၁၄.၂၄ တွင် ပြသထားပါသည်။

အခန်း ၁၅

Hall Effect Sensor များ

လုပ်ဆောင်ပုံ နည်းဥပဒေသ

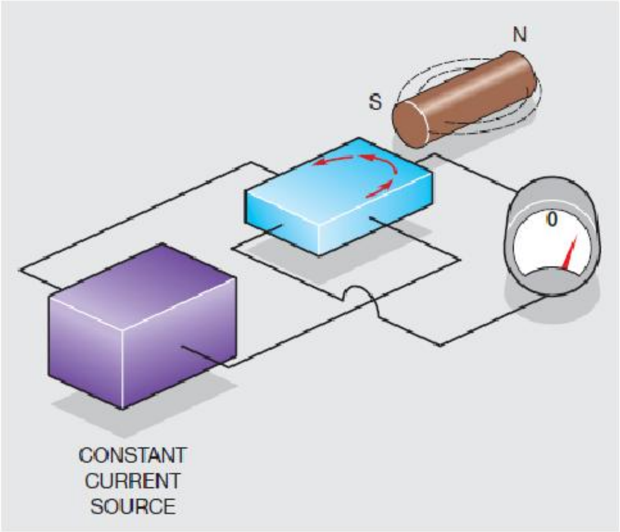
Hall Effect သည် ရိုးရှင်းသော နည်းဥပဒေသ တစ်ခုဖြစ်ကာ စက်မှုလုပ်ငန်းများတွင် တွင်တွင်ကျယ်ကျယ် အသုံးပြုလျှက်ရှိပါသည်။ ထိုသို့သော Hall Effect အား Edwin H. Hall ဆိုသူက Johns Hopkins University တွင် ၁၈၇၉ ခုနှစ်က စတင်တွေ့ရှိခဲ့ပါသည်။ မူလအစတွင် Mr. Hall သည် သန့်စင်သော ရွှေတုံးတစ်ခုအား အသုံးပြုကာ Hall Effect ရရှိစေရန်လုပ်ဆောင်ခဲ့သော်လည်း ယနေ့အချိန်အခါတွင်မူ အသုံးပြုရ ကောင်းမွန်ပြီး စျေးနှုန်းချိုသာသော တစ်ပိုင်းလျှပ်ကူး (semiconductor) ပစ္စည်းအား အသုံးပြုလာကြပါသည်။ ထိုသို့သော ပစ္စည်းအား Hall Generator ဟု မကြာခဏ သုံးစွဲကြပါသည်။



ပုံ ၁၅.၁ semiconductor material အစိတ်အပိုင်း အတွင်းသို့ တသမတ်လျှပ်စီး စီးဆင်းစဉ်

ပုံ ၁၅.၁ တွင် Hall Effect ကို ရရှိစေရန် မည်သို့ပြုလုပ်ထားသည်ကို ပြသထားပါသည်။ constant current ပေးနိုင်သော power supply တစ်ခုအား semiconductor material တစ်ခု၏ တစ်ဖက်တစ်ချက်စီတွင် တပ်ဆင်ပါ။ အာရုံခံအားကောင်းသော ဗို့မီတာတစ်လုံးအား အခြားနှစ်ဖက်တွင် တပ်ဆင်ပါ။ အကယ်၍

semiconductor တစ်လျောက် လျှပ်စီး ဖြတ်သန်းစီးဆင်းပါက ဗို့မီတာတွင် မည်သည့်ဗို့အားမျှ ပြမည်မဟုတ်ပေ။



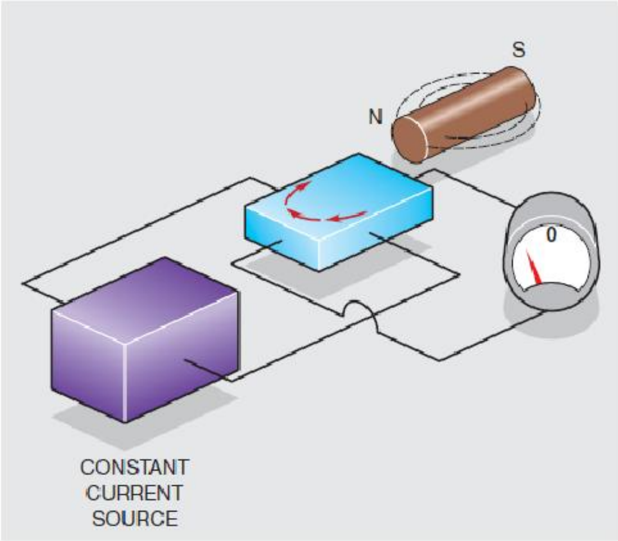
ပုံ ၁၅.၂ သံလိုက်စက်ကွင်းတစ်ခုသည် semiconductor အတွင်း ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသော လျှပ်စီးလမ်းကြောင်းအား သွေဖယ်စေပုံ

ပုံ ၁၅.၂ တွင် semiconductor material အနီးသို့ သံလိုက်စက်ကွင်း ထားရှိခြင်းကြောင့်ဖြစ်ပေါ်လာသော အကျိုးဆက်ကို ပြသထားပါသည်။ သံလိုက်စက်ကွင်းသည် material အတွင်းရှိ လျှပ်စီးလမ်းကြောင်းအား တစ်ဖက်ခြမ်းဆီသို့ ကွေးသွားစေပါသည်။ ယင်းအချက်ကြောင့် semiconductor material ၏ မျက်နှာချင်းဆိုင်ရှိနေသော ဘက်ခြမ်းတို့မှ ဗို့အားကို ထုတ်ယူရရှိစေပါသည်။

သံလိုက်စက်ကွင်း၏ polarity အား ပြောင်းပြန်လှန်လိုက်ပါက လျှပ်စီးလမ်းကြောင်းသည် ပုံ ၁၅.၃ တွင်ပြသထားသည့်အတိုင်း ဆန့်ကျင်ဘက်ခြမ်းသို့ ကွေးသွားပေမည်။ ယင်းအချက်ကြောင့် Hall Generator မှ ထုတ်လုပ်သော ဗို့အား၏ polarity သည် ပြောင်းလဲသွားပေမည်။ Hall Generator မှ ထုတ်လုပ်သော ဗို့အား၏ polarity အား ဆုံးဖြတ်နိုင်ရန် အချက်နှစ်ချက်ရှိပါသည်။

၁။ semiconductor material အတွင်း ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသည့် လျှပ်စီး၏ ဦးတည်ရာဖက် နှင့်

၂။ လျှပ်စီးလမ်းကြောင်း ကွေးစေရန် အသုံးပြုသော သံလိုက်စက်ကွင်း၏ polarity တို့ ဖြစ်ပါသည်။



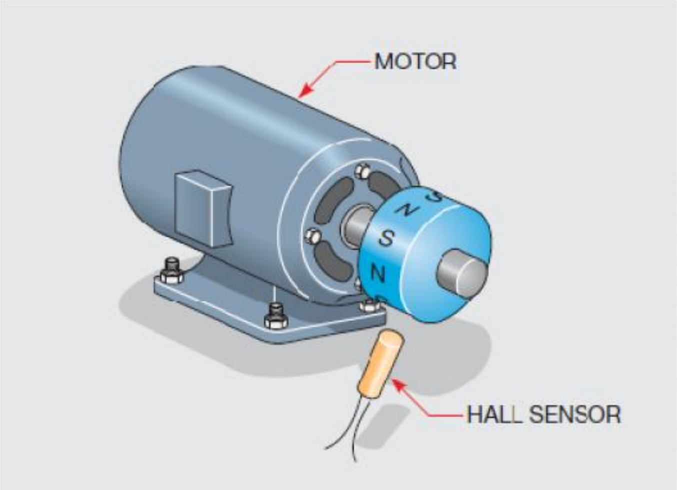
ပုံ ၁၅.၃ လျှပ်စီးလမ်းကြောင်းသည် ဆန့်ကျင်ဖက်ဦးတည်ရာသို့ သွေဖယ်သွားပုံ

Hall Generator မှ ထုတ်လုပ်သော ဗို့အား ပမာဏအား အောက်ပါအတိုင်း ဆုံးဖြတ်နိုင်ပါသည်။

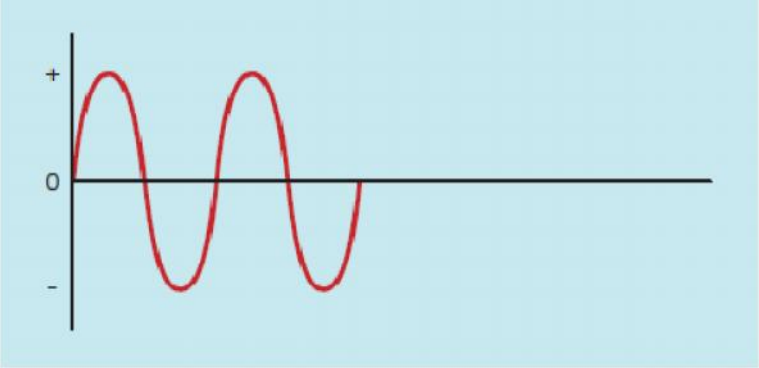
၁။ semiconductor material အတွင်း ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသော လျှပ်စီး ပမာဏ နှင့်

၂။ လျှပ်စီးလမ်းကြောင်း ကွေးစေရန် အသုံးပြုသော သံလိုက်စက်ကွင်း၏ ပြင်းအား တို့ဖြစ်ပါသည်။

Hall Generator သည် အခြားသော sensor အမျိုးအစားများနှင့် နှိုင်းယှဉ်ပါက အကျိုးပြုမှု များစွာ ရှိပါသည်။ ယင်းသည် solid-state device တစ်ခုဖြစ်ခြင်းကြောင့် ရွေ့လျားနိုင်သော အစိတ်အပိုင်းများနှင့် ပျက်စီးစေနိုင်သော contact များ မပါရှိပါ။ အညစ်အကြေး၊ ဆီများနှင့် တုန်ခါမှု တို့ကြောင့်လည်း အကျိုးသက်ရောက်မှု မဖြစ်နိုင်ပါ။ Hall Generator သည် integrated circuit တစ်ခုဖြစ်ကာ မတူကွဲပြားသော case ပုံစံ အမျိုးမျိုး တွင် တပ်ဆင်အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။



ပုံ ၁၅.၄ လည်ပတ်နေသော သံလိုက်ပြားမှ အေစီ ဗို့အား ထုတ်လုပ်ပုံ

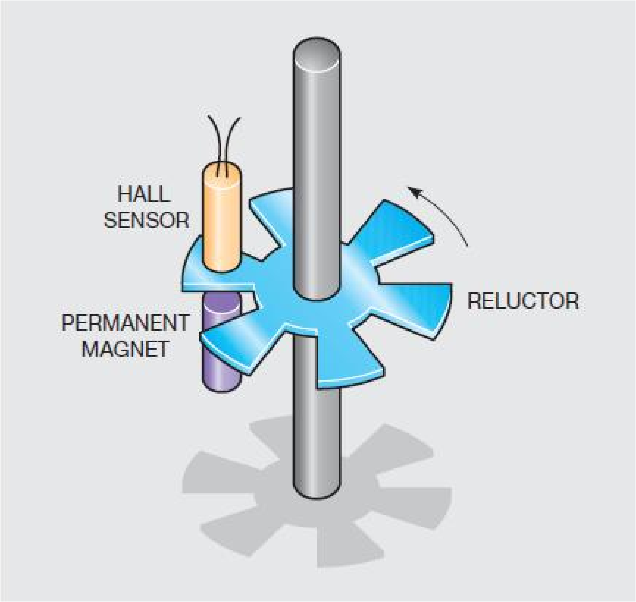


ပုံ ၁၅.၅ ဆိုင်း လှိုင်းပုံ

Hall Generator ကို အသုံးပြုပုံ

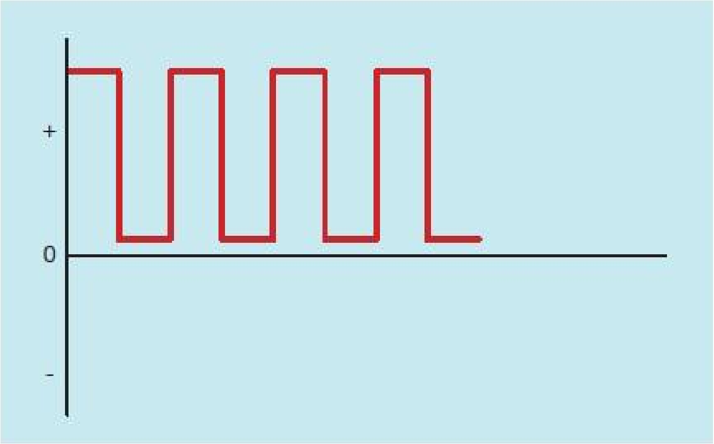
မော်တာအမြန်နှုန်း တိုင်းတာသော sensor

Hall Generator အား လည်ပတ်နေသော ပစ္စည်းများ၏ အမြန်နှုန်းအား တိုင်းတာရာတွင် အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ ဝန်းပတ်တစ်လျှောက် magnetic pole များ ရှိနေသော disk တစ်ခုအား လည်ပတ်နိုင်သော ဝင်ရိုးတွင် တွဲဆက်ပြီးနောက် Hall sensor အား disk အနီးတွင် တပ်ဆင်ထားပါက ဝင်ရိုးလည်ပတ်သည်နှင့် ဗို့အားရရှိလာပေမည်။ disk ၏ ဝန်းပတ်တစ်လျှောက်တွင် ပြန်လှန် magnetic polarities ရှိနေသည့်အတွက် sensor သည် အေစီ ဗို့အားကို ထုတ်လုပ်ပေးပေမည်။ အေစီဗို့အား၏ ဖရီကွင်စီသည် disk အပေါ်ရှိ magnetic poles အရေအတွက်နှင့် လည်ပတ်နှုန်းတို့နှင့် တိုက်ရိုက်အချိုးကျပေသည်။



ပုံ ၁၅.၆ reluctor ကို အသုံးပြုကာ သံလိုက်စက်ကွင်းအား sensor မှ shunt သဘာဝဖြင့် ဖယ်ရှားပုံ

လည်ပတ်နှုန်းအား တိုင်းတာရန် နောက်တစ်နည်းမှာ reluctor အား အသုံးပြုခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။ reluctor သည် ferrous metal disk တစ်ခုဖြစ်ကာ အချို့သော ပစ္စည်းများမှ သံလိုက်စက်ကွင်းအား shunt အနေဖြင့် ဖယ်ရှားထုတ်ရာတွင် အသုံးပြုပါသည်။ ထိုသို့သော sensor တွင် notch (ထောင့်ချိုးတစ်ခု သို့မဟုတ် ဗွီပုံစံ ဖြတ်ထားသော) metal disk အား လည်ပတ်မည့် ဂင်ရိုးတွင် တပ်ဆင်ထားပါသည်။ disk သည် Hall sensor နှင့် အမြဲတမ်းသံလိုက် တို့အား ခြားနားထားပါသည် (ပုံ ၁၅.၆)။ notch သည် sensor နှင့် သံလိုက်အကြားရောက်ရှိစဉ်တွင် Hall Generator မှ ဗို့အားကို ထုတ်လုပ်ပါသည်။ disk ၏ solid metal အစိတ်အပိုင်းသည် sensor နှင့် သံလိုက် တို့အကြားသို့ရောက်ရှိသောအခါ သံလိုက်စက်ကွင်းအား sensor မှ shunt သဘာဂအားဖြင့် ဖယ်ရှားထုတ်ပါသည်။ ယင်းအချက်ကြောင့် Hall Generator မှ ထုတ်လုပ်သော ဗို့အားကို သိသာထင်ရှားစွာ လျော့ကျစေပါသည်။

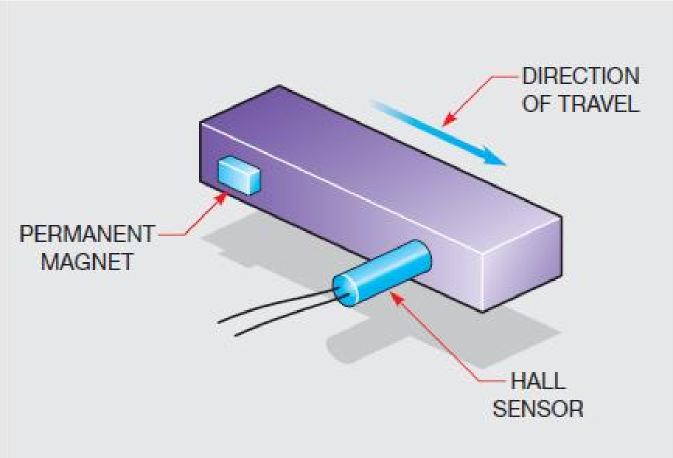


ပုံ ၁၅.၇ Hall generator မှ စကွဲယားပုံစံ လှိုင်းများ ထုတ်လုပ်ပုံ

သံလိုက်စက်ကွင်း၏ polarity သည် မပြောင်းလဲသည့်အတွက် Hall Generator မှ ထုတ်လုပ်သော ဗို့အားသည် ပြန်လှန်လျှပ်စီးဖြစ်ရမည့်အစား pulse များပါသော တိုက်ရိုက်လျှပ်စီးကိုသာ ဖြစ်စေပါသည်။ ပုံ ၁၅.၇ တွင် generator မှ ထုတ်လုပ်သော ဒီစီ pulse များအား ပြသထားပါသည်။ တစ်စက္ကန့်အတွင်းထုတ်လုပ်သော pulse အရေအတွက်သည် reluctor အပေါ်ရှိ notch အရေအတွက်နှင့် ဂင်ရိုးလည်ပတ်နှုန်းတို့နှင့် အချိုးကျပါသည်။

Position Sensor

Hall Generator တို့သည် limit switch များလုပ်ဆောင်သကဲ့သို့ သော အနေအထားမျိုးအားဖြင့်လည်း အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ sensor အား ရွေ့လျားနေသော ပစ္စည်းတစ်ခု၏ နံဘေးတွင် တပ်ဆင်ထားကာ အမြဲတမ်းသံလိုက်တစ်ခုအား ယင်း ရွေ့လျားနေသော ပစ္စည်းတွင် ကပ်ထားခဲ့ပါက သံလိုက်သည် sensor အနီး ရွေ့လျားခဲ့ပါက ဗို့အား တစ်ခုကို ထုတ်လုပ်ပေမည် (ပုံ ၁၅.၈)။ Hall sensor အား အသုံးပြုရခြင်း အတွက် ကောင်းကျိုးတစ်ခုမှာ ယင်းတွင် အသုံးပြုနေကျဖြစ်သော limit switch များကဲ့သို့ ပျက်စီးပြုတ်ထွက်နိုင်သော lever arm သို့မဟုတ် contact များ မပါရှိခြင်းဖြစ်ကာ ယင်းအချက်ကြောင့် စက်အတွက် အကြိမ်အရေအတွက် သန်းနှင့်ချီကာ operation လုပ်ပေးနိုင်ပါသည်။



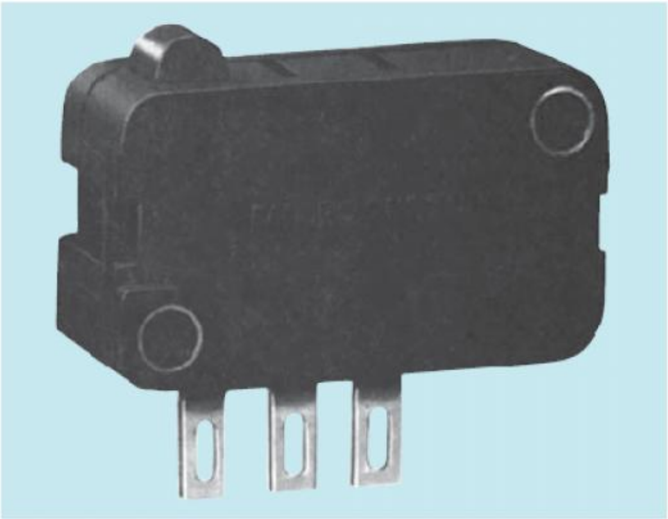
ပုံ ၁၅.၈ Hall generator ကို အသုံးပြုကာ ရွေ့လျားနေသော ပစ္စည်း၏ အနေအထားအား အာရုံခံပုံ

ပုံ ၁၅.၉ Hall effect position sensor

Hall Effect အသုံးပြုထားသော position sensor အား ပုံ ၁၅.၉ တွင်ပြသထားပါသည်။ ထိုသို့သော sensor တို့သည် အသုံးပြုမည့် application အပေါ်မူတည်ကာ အရွယ်အစားနှင့် ပုံသဏ္ဍာန် အမျိုးမျိုး ရှိကြသည်ကို သတိပြုသင့်ပါသည်။ digital device များကဲ့သို့ပင် position sensor များသည် သံလိုက်စက်ကွင်းရှိခြင်း သို့မဟုတ် မရှိခြင်း တို့အား sense လုပ်ပါသည်။ ယင်းတို့တွင် သံလိုက်စက်ကွင်းပြင်းအားကို sense လုပ်နိုင်သည့် စွမ်းရည်မရှိကြပါ။

Hall Effect အသုံးပြုထားသော Limit Switch များ

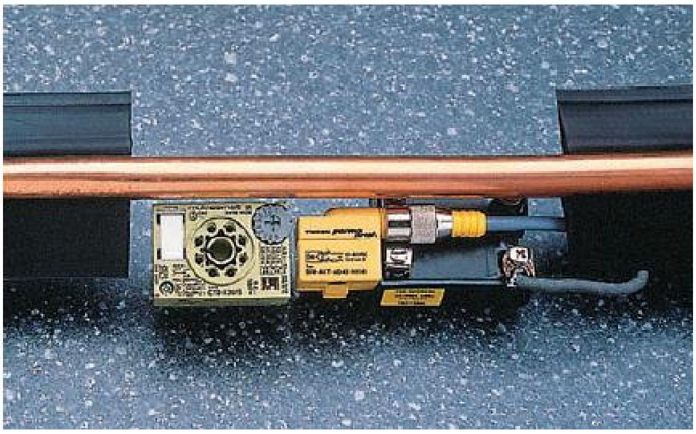
Hall Effect အသုံးပြုထားသော ပစ္စည်း တစ်ခုမှာ Hall Effect Limit Switch ဖြစ်ပါသည် (ပုံ ၁၅.၁၀)။ ယင်း limit switch တွင် Hall Generator အစား contact တစ်စုံအား အသုံးပြုထားပါသည်။ magnetic plunger တစ်လုံးအား သေးငယ်သော push button အားအသုံးပြုကာ mechanical သဘောအားဖြင့် activate ဖြစ်စေပါသည်။



ပုံ ၁၅.၁၀ Hall Effect limit switch

Application များစွာအတွက် အသုံးပြုနိုင်ရန် switch တွင် lever အမျိုးမျိုးအား တပ်ဆင်သုံးစွဲနိုင်ပါသည်။ ယင်း switch များအား TTL (Transistor Transistor Logic) အသုံးပြုသော application များအတွက် ၅ ဗို့ ဒီစီ power supply ဖြင့်ဖြစ်စေ သို့မဟုတ် အခြားသော electronic control အမျိုးအစားများ နှင့် interface

လုပ်နိုင်သော ၆ ဗို့မှ ၂၄ ဗို့ ဒီစီ power supply ဖြင့်ဖြစ်စေ operate လုပ်နိုင်စေရန် သို့မဟုတ် programmable controller များအတွက် input ရရှိစေရန် ရည်ရွယ်ထားပါသည်။

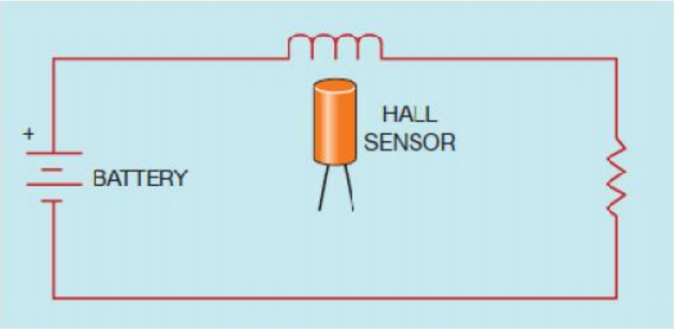


ပုံ ၁၅.၁၂ Hall Effect sensor

Current Sensor

Hall Generator အတွက် current source အား သီးခြား power supply မှ ရယူသည့်အတွက် ဗို့အား output တစ်ခုအားထုတ်လုပ်ရန်အတွက် သံလိုက်စက်ကွင်းသည် ရွေ့လျားရန် သို့မဟုတ် ပြောင်းလဲရန် မလိုအပ်ပေ။ Hall sensor အား ဂါယာကြိုးများအား ကွိုင်သဖွယ် ပြုလုပ်ထားသော နေရာအနီးတွင် တပ်ဆင်ထားပါက ယင်း ဂါယာကြိုးအတွင်း လျှပ်စီး ဖြတ်သန်းစီးဆင်းပါက generator မှ ဗို့အားတစ်ခုအား ထုတ်လုပ်ပေးပေမည်။ ပုံ ၁၅.၁၁ တွင် လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်း ဒီစီ လျှပ်စီး ဖြတ်သန်းစီးဆင်းမှုအား စုံစမ်းနိုင်ရန် အသုံးပြုသော Hall sensor တစ်ခုအား ပြသထားပါသည်။ Hall Effect sensor အား ပုံ ၁၅.၁၂ တွင် ပြသထားပါသည်။

Hall Generator ကို စက်မှုလုပ်ငန်းများနှင့်သက်ဆိုင်သော application များတွင် ပိုမို၍ သုံးစွဲလာကြပါသည်။ Hall Generator ၏ signal မြင့်တက်ချိန်နှင့် ကျဆင်းချိန်တို့သည် ၁၀ မီလီစက္ကန့်အောက်သာ ကြာမြင့်လေ့ရှိခြင်းကြောင့် တစ်စက္ကန့်လျှင် ၁၀၀ ၀၀၀ pulse မျှအထိမြင့်မားသော အခြေအနေတွင် operate လုပ်နိုင်ပါသည်။ ယင်းအချက်သည် စက်မှုလုပ်ငန်းများတွင် အလွန်အသုံးဝင်ပါသည်။



ပုံ ၁၅.၁၁ လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်း ဒီစီ လျှပ်စီး စီးဆင်းမှုအား Hall Sensor ဖြင့် စုံစမ်းမှုပြပုံ

Linear Transducer များ

Linear Transducer များအား ဗို့အား ouput ရရှိစေရန်အတွက် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားကယင်းသည် သံလိုက်စက်ကွင်းပြင်းအား နှင့် အချိုးကျပါသည်။ input ဗို့အား သည် ပုံမှန်အားဖြင့် ၈ မှ ၁၆ ဗို့အထိရှိသော်လည်း output ဗို့အားကိုမူ အသုံးပြုသော transducer အပေါ်တွင်မူတည်ကာ ဆုံးဖြတ်ယူပါသည်။

ပုံ ၁၅.၁၃ Hall Effect linear transducer

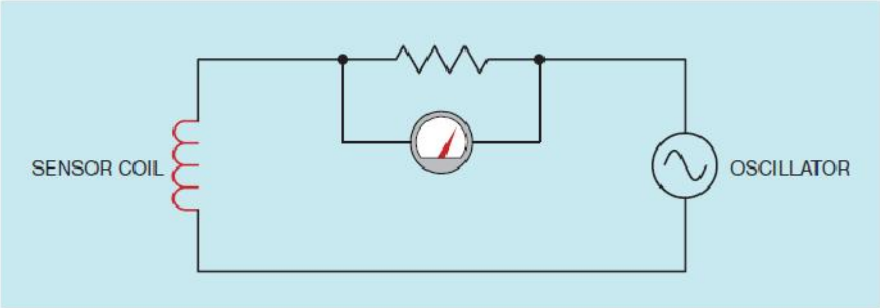
Hall Effect အသုံးပြုထားသော linear transducer များမှ output ပုံစံနှစ်မျိုး ရရှိနိုင်ပါသည်။ တစ်မျိုးမှာ regulated output ဖြစ်ကာ ဗို့အား ပမာဏ ၁.၅ မှ ၄.၅ ဗို့ အထိ ထုတ်လုပ်ပေးနိုင်ပါသည်။ အခြားတစ်မျိုးတွင်မူ ratiometric output ပါရှိကာ input ဗို့အား၏ ၂၅% မှ ၇၅% အထိရှိသော output ကို ထုတ်လုပ်ပေးပါသည်။ Hall Effect အသုံးပြုထားသော linear transducer အား ပုံ ၁၅.၁၃ တွင် ပြသထားပါသည်။

အခန်း ၁၆

Proximity Detector များ

အသုံးပြုပုံများ

Proximity Detector များသည် အခြေခံအားဖြင့် metal detector များဖြစ်ပါသည်။ ယင်းသို့သော detector တို့အားအသုံးပြုခြင်းအားဖြင့် metal များ ရှိခြင်း သို့မဟုတ် မရှိခြင်းတို့အား အမှန်တစ်ကယ် ထိတွေ့ ကိုင်တွယ်ရန်မလိုပဲ detect နိုင်ပါသည်။ ယင်းအချက်ကြောင့် unit အား ပျက်စီးစေမှုမဖြစ်ပေါ်ဘဲ detector အနေဖြင့်လည်း red hot metal များအား sense လုပ်နိုင်သည့် စွမ်းရည်ကို ပေးစွမ်းနိုင်စေပါသည်။ များသောအားဖြင့် proximity detector တို့အား ferrous material တစ်ခုတည်းအတွက်ကိုသာ detect လုပ်ရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားသော်လည်း metal အားလုံးအတွက် detect လုပ်နိုင်သော အခြား သော proximity detector များလည်း ရှိပါသည်။

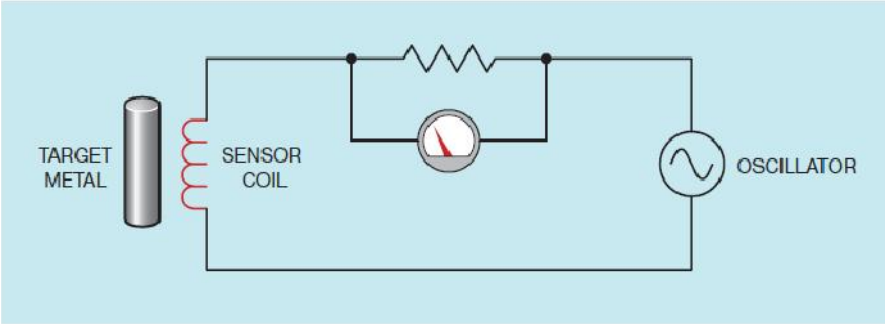


ပုံ ၁၆.၁ ရိုးရှင်းသော proximity detector

လျှပ်စီးပတ်လမ်း လုပ်ဆောင်ပုံ

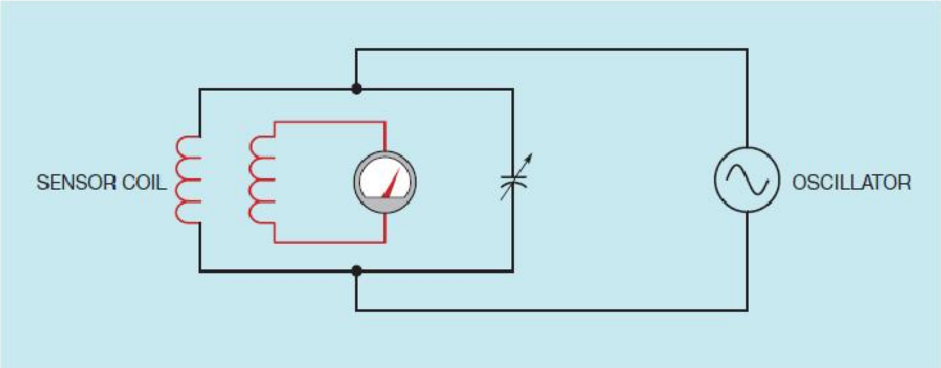
Proximity detector များ ပြုလုပ်ရန်အတွက် နည်းလမ်းပေါင်းများစွာကို အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ ပုံ ၁၆.၁ တွင် နည်းလမ်းတစ်ခုအား ပြသထားပါသည်။ ယင်းသည် proximity detector တစ်လုံး လုပ်ဆောင်ပုံအား ရှင်းပြနိုင်စေရန် တည်ဆောက်ထားသည့် အလွန်ရိုးရှင်းသော ပတ်လမ်းဖြစ်ပါသည်။ sensor coil သည် resistor တစ်လုံးနှင့် တန်းဆက် ပြုလုပ်ထားပြီးနောက် oscillator တစ်လုံးနှင့် ဆက်သွယ်ထားပါသည်။

ယခု ရှင်းလင်းတင်ပြမှုတွင် voltage အား detect လုပ်ရန်အတွက် အသုံးပြုသော ဗို့မီတာသည် resistor အား ခွ၍ ချိတ်ဆက်ထားပါသည်။ ပြန်လှန်လျှပ်စီးအား ပတ်လမ်းအတွက် အသုံးပြုခြင်းကြောင့် ပတ်လမ်းအတွင်း စီးဆင်းမည့် လျှပ်စီးကို resistor ၏ ခုခံမှုနှင့် coil မှ inductive reactance တို့ဖြင့် ဆုံးဖြတ်နိုင်ပါသည်။ resistor တွင် ဆုံးရှုံးသော ဗို့အားသည် ခုခံမှုနှင့် အချိုးကျသကဲ့သို့ စီးဆင်းသည့်လျှပ်စီးပမာဏ နှင့်လည်း အချိုးကျပါသည်။



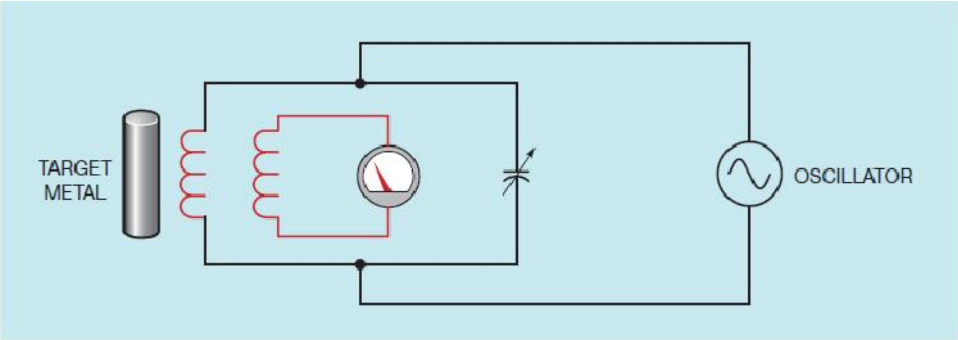
ပုံ ၁၆.၂ metal တစ်ခု ရှိနေသည့်အတွက် resistor တွင် ဗို့အားဖြစ်ပေါ်မှု လျော့ကျပုံ

Ferrous material အား sensor coil အနီးတွင် ထားရှိပါက ယင်း၏ inductance တန်ဘိုး တိုးလာပေမည်။ ယင်းအချက်ကြောင့် inductive reactance တိုးလာစေကာ လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်း စီးဆင်းသည့် လျှပ်စီးပမာဏအား လျော့ကျသွားစေပါသည်။ resistor အတွင်း ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသည့် လျှပ်စီးပမာဏ လျော့ကျသွားသည်နှင့် ယင်း resistor တွင် ဆုံးရှုံးမည့် ဗို့အားသည်လည်း လျော့နည်းကျဆင်းသွားပေမည် (ပုံ ၁၆.၂)။ ထိုသို့ လျော့ကျသွားသော ဗို့အား ကို အသုံးပြုကာ relay များအား စတင်လုပ်ဆောင်စေခြင်း သို့မဟုတ် အခြားသော ပစ္စည်းများအား on ခြင်း သို့မဟုတ် off ခြင်းတို့ကို ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။



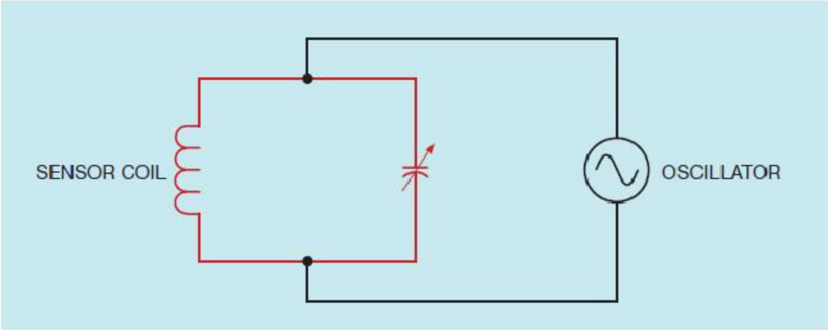
ပုံ ၁၆.၃ metal ကို detect လုပ်ရန်အတွက် အသုံးပြုသော tuned လုပ်ထားသော tank circuit

ယင်းသို့သော metal အား detecting ပြုလုပ်သည့် နည်းသည် အခြေအနေအားလုံးအတွက် ကောင်းမွန်စွာ အလုပ်လုပ်မည်မဟုတ်ပေ။ သေးငယ်သော metal များအတွက် ပိုမို sensitive ဖြစ်သော အခြားနည်းလမ်းတစ်ခုအား ပုံ ၁၆.၃ တွင်ပြသထားပါသည်။ ယင်း detector တွင် tank circuit အား အသုံးပြုပြီး oscillator မှ ဖရီကွင်စီကို tuned လုပ်ထားပါသည်။ sensor head တွင် coil တစ်ခုတည်းအစား နှစ်ခုကို အသုံးပြုထားပါသည်။ ထိုသို့သော sensor သည် သေးငယ်သော transformer ကဲ့သို့ ရှိပါသည်။ tank circuit မှ oscillator ၏ ဖရီကွင်စီအား turn လုပ်သောအခါတွင် tank loop အတွင်း စီးဆင်းသော လျှပ်စီးသည် မြင့်တက်လာပါသည်။ ယင်းအချက်သည် sensor head တွင်ရှိသည့် ဒုတိယ coil တွင် မြင့်မားသော ဗို့အားကို induced ဖြစ်စေပါသည်။



ပုံ ၁၆.၄ metal ရှိနေခြင်းဖြင့် tank circuit အား detune လုပ်ပုံ

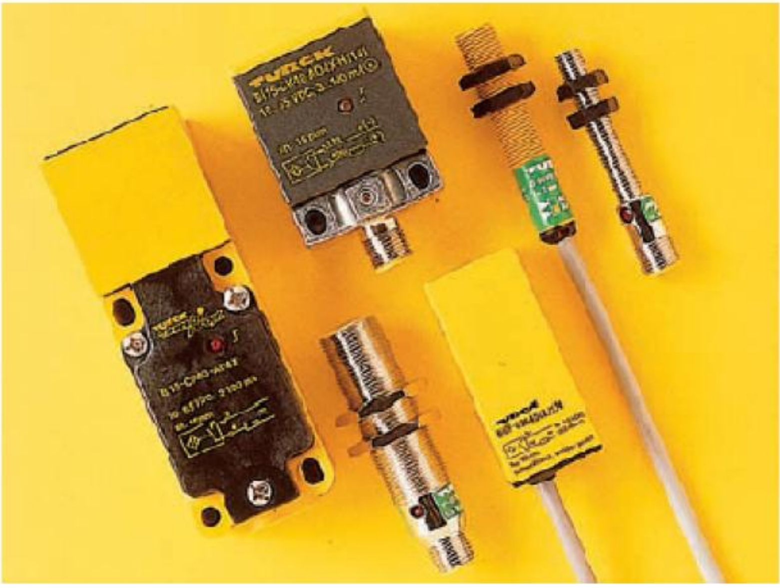
Ferrous metal အား ပုံ ၁၆.၄ အတိုင်း sensor အနီးတွင် ထားရှိသောအခါ coil ၏ inductance လည်းတိုးလာပါသည်။ coil ၏ inductance ပြောင်းလဲသွားခြင်းကြောင့် tank circuit သည် oscillator ၏ ဖရီကွင်စီအား resonate မလုပ်ပေးတော့ပေ။ ယင်းကြောင့် loop အတွင်း စီးဆင်းသော လျှပ်စီးအား သိသာထင်ရှားစွာ လျော့ကျစေပါသည်။ sensor coil အတွင်း လျှပ်စီး စီးဆင်းမှု ကျဆင်းသွားခြင်းကြောင့် secondary ဗို့အားကိုလည်း ကျဆင်းစေပါသည်။
လျှပ်စီးပတ်လမ်း နှစ်ခုစလုံးတို့သည် coil ၏ inductance ကို ပြောင်းလဲသွားစေရန်အတွက် ferrous metal ကိုသာ အားပြုထားသည်ကို သတိပြုရပါမည်။ အကယ်၍ detector အနေဖြင့် ferrous မဟုတ်သော metal များအား detect လုပ်မည်ဆိုပါက coil ၏ inductance အား ပြောင်းလဲစေခြင်းထက် အခြားသော နည်းလမ်းတစ်မျိုးအား မလွှဲမသွေ အသုံးပြုရပေမည်။ tank circuit အတွက် အသုံးပြုသော metal detector အားလုံးအား ပုံ ၁၆.၅ တွင် ပြသထားပါသည်။



ပုံ ၁၆.၅ tank circuit အား balance ဖြစ်ပြီးနောက်တွင် oscillator မှ စတင် အလုပ်လုပ်ပုံ

metal detector အားလုံးတို့သည် ရေဒီယို ဖရီကွင်စီ ဖြင့်သာ operate လုပ်ကြကာ tank circuit ၏ မျှခြေအားဖြင့် oscillator အား မောင်းနှင်စေပါသည်။ tank circuit သည် မျှခြေပျက်သွားခဲ့ပါက oscillator သည်လည်း လုပ်ဆောင်မှု ရပ်ဆိုင်းသွားပေမည်။ ferrous မဟုတ်သော အလူမီနီယမ်၊ ကြေးနီ သို့မဟုတ် ကြေးဝါ အစရှိသည်တို့အား sensor coil အနီးတွင် ထားရှိပါက metal ၏ မျက်နှာပြင်တွင် eddy current တို့အား induced ဖြစ်လာစေပါသည်။ oscillator ၏ လုပ်ဆောင်မှု ရပ်တန့်သွားသည်နှင့် circuit ၏ အခြားအစိတ်အပိုင်းမှ output အား turn on သို့မဟုတ် off ဖြစ်စေရန် signal ပေးပို့ပါသည်။

Metal proximity detector အားလုံးတို့သည် အခြားသော ferrous မဟုတ်သည့် metal တို့နှင့် နှိုင်းစာလျှင် ferrous metal အား ပိုမို sense လုပ်နိုင်ပါသည်။ ferrous metal ကို ferrous မဟုတ်သော metal တို့နှင့်နှိုင်းယှဉ်ပါက အကွာအဝေး သုံးဆမျှ အထိ sensed လုပ်နိုင်ပါသည်။



ပုံ ၁၆.၆ Proximity detector များ

Proximity Detector တို့အား တပ်ဆင်ခြင်း

အချို့သော proximity detector တို့အား single unit အနေဖြင့်သာပြုလုပ်ထားကြပါသည်။ အခြားသော detector တို့တွင် control unit အား relay cabinet အတွင်း ထည့်သွင်းတပ်ဆင်ထားနိုင်ပြီး sensor ကိုမူ ဝေးသောနေရာ remote location တွင် တပ်ဆင်ထားရှိနိုင်ပါသည်။ ပုံ ၁၆.၆ တွင် မတူကွဲပြားသော proximity detector အမျိုးအစားများအား ပြသထားပါသည်။ မည်သို့သော detector အမျိုးအစားပင် ဖြစ်စေကာမူ sensor အား တပ်ဆင်ရာတွင် တွေးတွေးဆဆနှင့် ဂရုတစိုက် တပ်ဆင်သင့်ပါသည်။ sensor သည် ကောင်းမွန်သော positive signal ရရှိစေရန် target metal နှင့် လုံလောက်သော အကွာအဝေးအတွင်းရှိရမည်ဖြစ်ပြီး၊ အလွန်နီးကပ်လွန်းပါကလည်း sensor အား metal နှင့် ထိခိုက်မိစေနိုင်ပါသည်။ proximity sensor တို့၏ ကောင်းသော အချက်တစ်ခုမှာ ယင်းတို့တွင် detector မှ object အား sense လုပ်ရန်အတွက် sensor နှင့် metal object တို့အကြားတွင် physical contact မလိုအပ်ခြင်းဖြစ်ပါသည်။

Sensor များအား အခြားသော metals များနှင့် ဝေးနိုင်သမျှ ဝေးကွာသောနေရာတွင် တပ်ဆင်သင့်ပါသည်။ metal အမျိုးအစားအားလုံးအား detect လုပ်နိုင်စေရန် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားသော ယူနစ်များတွင် ယင်းအချက် အား အထူးဂရုပြုသင့်ပါသည်။ အချို့သော အခြေအနေများတွင် sensor unit အား သစ်သား သို့မဟုတ် ပလပ်စတစ်တို့ကဲ့သို့ metal မဟုတ်သော မျက်နှာပြင်တို့တွင် တပ်ဆင်ရန်လိုအပ်ပေမည်။ metal အစများ သို့မဟုတ် metal အမှုံများ ရှိနေသော နေရာတို့တွင် proximity detector တို့အားအသုံးပြုမည်ဆိုပါက sensor ထားရှိသော နေရာအား ယင်း metal အစများ အမှုံများ မစုဝေးမိစေရန် သေချာစွာပြုလုပ်ပေးထားရပါမည်။ အချို့သော installation များတွင် metal အစများ သို့မဟုတ် metal အမှုံများအား sensor အနီးမရှိစေရန် အချိန်မှန်မှန် သန့်စင်ရှင်းလင်းပေးရန် လိုအပ်ပါသည်။

Capacitive Proximity Detector များ

Proximity detector များအား ယေဘုယျအားဖြင့် metal detector များဟု သဘောထားကြသော်လည်း အချို့သော အမျိုးအစားတို့သည် မည်သည့် metal မျှ မပါဝင်သော object များ ရှိနေမှုအား sense လုပ်နိုင်ကြပါသည်။ ထိုသို့သော detector များမှ အမျိုးအစား တစ်ခုမှာ capacitance တန်ဘိုးပြောင်းလဲမှု ဖြင့် operate လုပ်ပါသည်။ object တစ်ခုအား ယင်း detector တို့မှ တစ်ခုခု၏ အနီးသို့ ယူဆောင်လာပါက

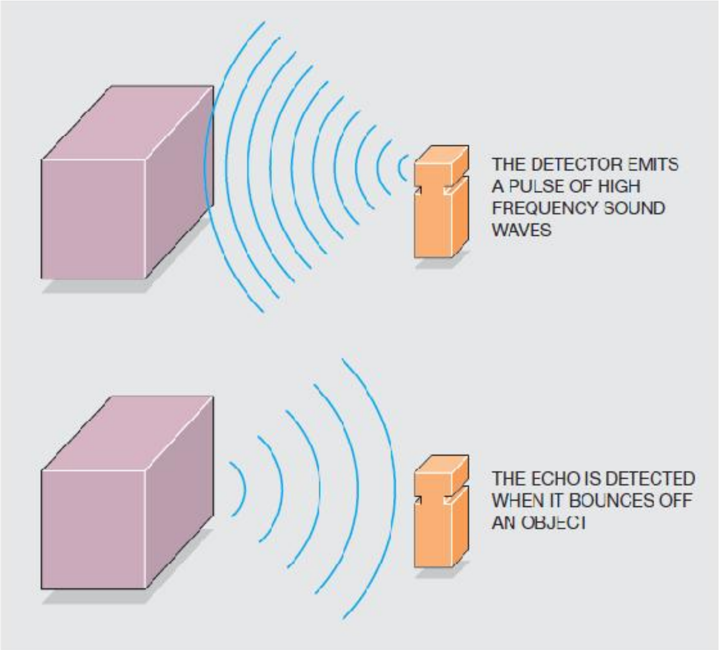
capacitance ပြောင်းလဲမှုသည် detector အား activate ဖြစ်စေပါသည်။ capacitive proximity detector အမျိုးမျိုးအား ပုံ ၁၆.၇ တွင်ပြသထားပါသည်။

ပုံ ၁၆.၇ Capacitive proximity detector များ

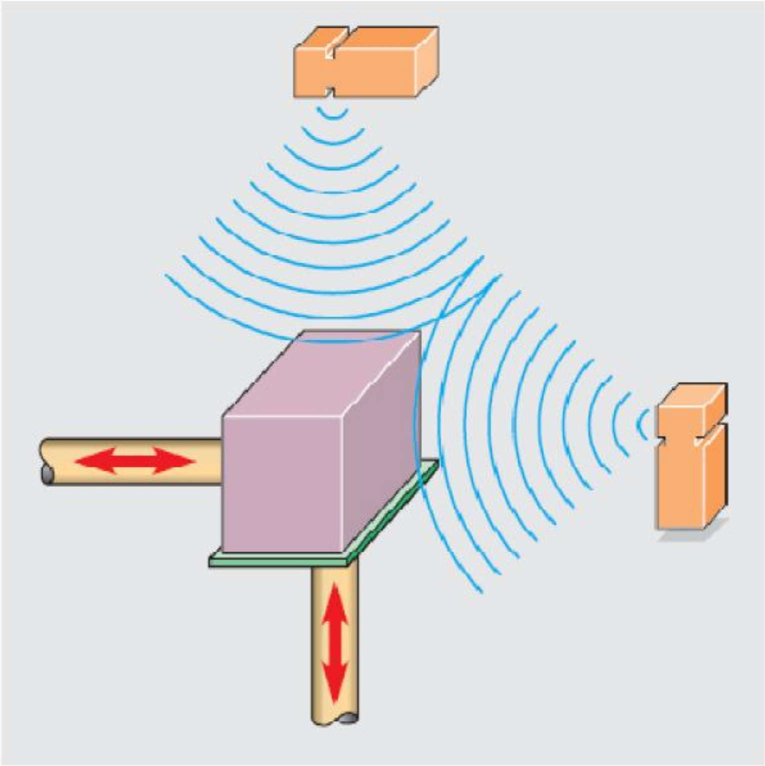
Capacitive proximity detector တို့ operate လုပ်ရန် metal အပေါ်တွင်မမူတည်တော့ပဲ သစ်သား၊ ဖန်ထည်၊ ကွန်ကရစ်၊ ပလပ်စတစ် နှင့် ကျောက်သားအလွှာ အစရှိသည့် အမျိုးမျိုးသော ပစ္စည်းတို့အား virtually sense လုပ်ပေမည်။ ယင်းတို့အား ဖန်သားအကြည်အတွင်းရှိ အရည်၏ level အား sense လုပ်နိုင်ကြပါသည်။ capacitive proximity detector တို့၏ အားနည်းချက်တစ်ခုမှာ ယင်းတို့တွင် range အလွန်အကန့်အသတ်ရှိခြင်းဖြစ်ပါသည်။ တစ်လက်မ သို့မဟုတ် ၂၅ မီလီမီတာမျှ ဝေးကွာသွားသည်နှင့် object များအား များသောအားဖြင့် sense မလုပ်နိုင်တော့ပေ။ capacitive proximity detector များစွာတို့သည် position ကို sense လုပ်လိုသော object တစ်ခုအား ထိတွေ့စရာ မလိုခြင်းကြောင့် mechanical limit switch များနေရာတွင် အစားထိုး အသုံးပြုလာခဲ့ကြပါသည်။ များသောအားဖြင့် အေစီ ၂ မှ ၂၅၀ ဗို့ သို့မဟုတ် ဒီစီ ၂၀ မှ ၃၂၀ ဗို့အား တို့အထိ ကျယ်ပြန့်သော range အတွင်း operate လုပ်ဆောင်နိုင်ကြပါသည်။

Ultrasonic Proximity Detector များ

Operation လုပ်ရန်အတွက် metal အပေါ်တွင်အမှီသဟဲပြုရန် မလိုသော proximity detector နောက်တစ်မျိုးမှာ ultrasonic detector ဖြစ်ပါသည်။ ultrasonic detector တို့သည် မြင့်မားသော ဖရီကွင်စီ pulse အသံတစ်ခုအား ထုတ်လွှတ်ပြီးနောက် object အားထိကာ ပြန်လာသော echo အား detect လုပ်ပါသည် (ပုံ ၁၆.၈)။ ယင်း detector တို့သည် ထုတ်လွှတ်သော pulse နှင့် ပြန်လာသော echo တို့အကြား ကြာမြင့်သော အချိန်ကာလတစ်ခုကို တိုင်းတာခြင်းဖြင့် object တစ်ခုနှင့် အကွာအဝေးအား တိုင်းတာရာတွင် အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ ultrasonic sensor အတော်များများတွင် ဗို့အား သို့မဟုတ် လျှပ်စီး ပုံစံအားဖြင့် analog output ပါရှိကာ ယင်းတန်ဘိုးအားဖြင့် object သည် မည်မျှ ဝေးကွာသည်ကို ဆုံးဖြတ်နိုင်ပါသည်။ ယင်းအချက်ကို အသုံးပြုကာ object တစ်ခု၏ position ကို sense လုပ်ရန်အတွက် လိုအပ်သည့်အခြေအနေမျိုးတို့တွင် အသုံးပြုနိုင်ပါသည် (ပုံ ၁၆.၉)။ ultrasonic proximity detector တစ်လုံးအား ပုံ ၁၆.၁၀ တွင် ပြသထားပါသည်။



ပုံ ၁၆.၈ Ultrasonic proximity detector များမှ ကြိမ်နှုန်းမြင့် အသံလှိုင်းများအား ထုတ်လွှတ်ပုံ



ပုံ ၁၆.၉ position sensor များ အဖြစ်အသုံးပြုသော Ultrasonic proximity detector များ

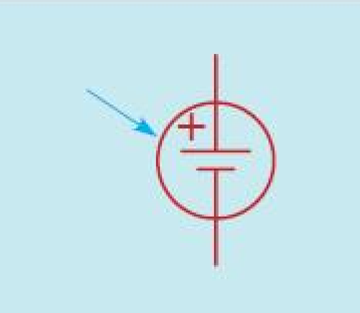
ပုံ ၁၆.၁၀ Ultrasonic proximity detector

အခန်း ၁၇

Photodetector များ

Photodetector အသုံးပြုပုံများ

Photodetector များအား မျက်မှောက်ခေတ် စက်မှုလုပ်ငန်းများတွင် တွင်တွင်ကျယ်ကျယ် အသုံးပြုလျှက်ရှိနေကြပါသည်။ photodetector တို့အား မည်သည့် object မျိုးကိုမဆို ရှိနေခြင်း သို့မဟုတ် မရှိခြင်း အစရှိသည်တို့အား sense လုပ်ရာတွင် အသုံးပြုကြပါသည်။ photodetector တို့သည် sensing လုပ်မည့် object တို့နှင့် အမှန်တစ်ကယ် ထိတွေ့ရန် မလိုအပ်ခြင်းကြောင့် ပြုတ်ထွက်ပျက်စီးစေနိုင်သော mechanical arm လည်း မပါရှိပေ။ photodetector များစွာတို့သည် mechanical contact switch များ လိုက်မမီနိုင်သော အမြန်နှုန်းဖြင့် operate လုပ်နိုင်ပါသည်။ ယင်းတို့အား စက်မှုလုပ်ငန်းတိုင်းတွင် အသုံးပြုလျှက်ရှိပြီး ယင်းတို့၏ အသုံးဝင်မှုမှာလည်း ပုံမှန်တိုးတက်လျှက်ရှိပါသည်။



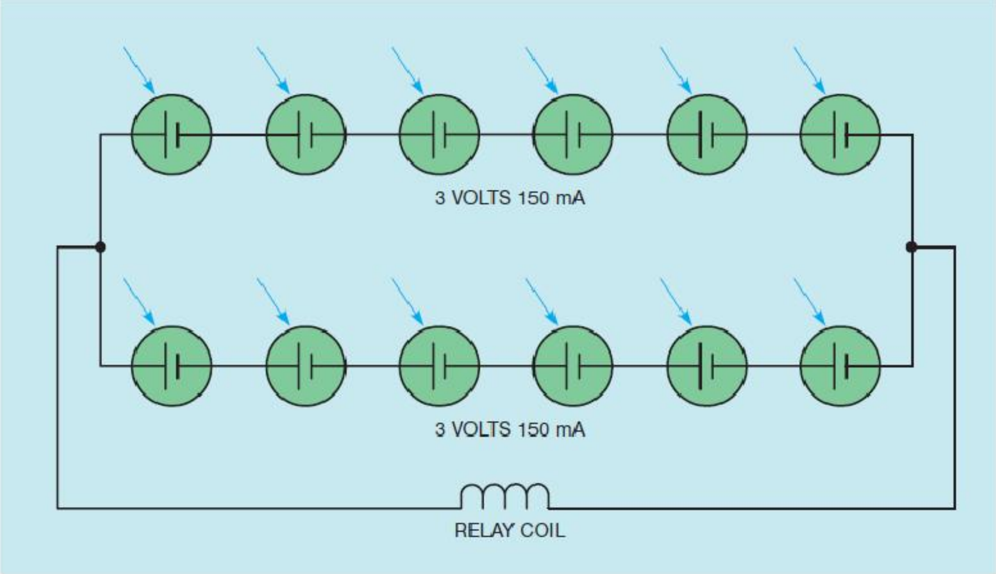
ပုံ ၁၇.၁ photovoltaic cell တစ်ခု ကိုပြသော သင်္ကေတပုံ

Detector အမျိုးအစားများ

Photo (အလင်းနှင့်သက်ဆိုင်သော) အားဖြင့် operate လုပ်သော ပစ္စည်းများသည် photovoltaic၊ photoemissive နှင့် photoconductive အစရှိသော ကဏ္ဍသုံးခုမှ တစ်ခုတွင် အကျုံးဝင်ပါသည်။

Photovoltaic

Photovoltaic device များအား solar cell များဟုလည်း မကြာခဏ သုံးနှုံးခေါ်ဆိုကြပါသည်။ ယင်းတို့အား silicon ဖြင့် ပြုလုပ်ထားပြီး အလင်းရောင် ရရှိပါက ဗို့အား ထုတ်လုပ်နိုင်ပါသည်။ cell တစ်ခုမှ ထုတ်လုပ်သော ဗို့အား ပမာဏအား ယင်းကိုပြုလုပ်ထားသော material အပေါ်တွင် မူတည်ကာ ဆုံးဖြတ်နိုင်ပါသည်။ silicon ကိုအသုံးပြုခြင်းအားဖြင့် solar cell သည် တိုက်ရိုက်နေရောင်ခြည် အောက်တွင် ဂ.၅ ဗို့ ထုတ်လုပ်နိုင်ပါသည်။ cell အား လျှပ်စီးပတ်လမ်းပြည့် တပ်ဆင်ပါက လျှပ်စီးသည် ပတ်လမ်းတလျှောက် စီးဆင်းပေမည်။ solar cell မှ ထုတ်လုပ်သော လျှပ်စီးပမာဏအား cell ၏ မျက်နှာပြင်ဧရိယာ အပေါ်တွင် မူတည်ကာ ဆုံးဖြတ်နိုင်ပါသည်။ solar cell တစ်ခု၏ မျက်နှာပြင် ဧရိယာသည် ၁ စတုရန်းဧရိယာ ရှိပြီး အခြား cell မှာမူ မျက်နှာပြင် ဧရိယာ ၄ စတုရန်းဧရိယာ ရှိသည်ဟု ယူဆကြည့်ပါမည်။ cell နှစ်ခုစလုံးတို့အား silicon ဖြင့် ပြုလုပ်ထားခြင်းဖြင့် နှစ်ခုစလုံးတို့သည် တိုက်ရိုက်ရရှိသော နေရောင်ခြည်အောက်တွင် ဂ.၅ ဗို့ကို ထုတ်လုပ်ကြပါသည်။ ကြီးသော cell သည် သေးငယ်သော cell ထက်လျှပ်စီးပမာဏ လေးဆ ထုတ်လုပ်ပေမည်။



ပုံ ၁၇.၂ တန်းဆက်-ပြိုင်ဆက် ဆက်သွယ်ထားသော solar cell များ

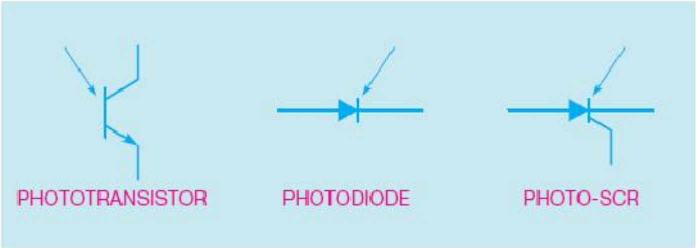
ပုံ ၁၇.၁ တွင် photovoltaic cell တစ်ခု၏ သင်္ကေတ ပုံကို ပြသထားပါသည်။ ယင်း သင်္ကေတသည် မြားတစ်ခုညွှန်ထားသည်မှလွဲ၍ cell တစ်ခုတည်းသာပါသော battery ကို ကိုယ်စားပြုထားသကဲ့သို့ဖြစ်နေသည်ကို သတိပြုသင့်ပါသည်။ battery သင်္ကေတကို အသုံးပြုရခြင်းမှာ device သည် ဗို့အားကို

ထုတ်လုပ်နိုင်စွမ်းရှိသည်ဟု ဆိုလိုကာ မြှားထည့်သွင်းပါရှိရခြင်းမှာ ယင်းသည် ထိုသို့ ဗို့အား ထုတ်လုပ်နိုင်ရန် အလင်းရောင်ကို လက်ခံ ရရှိရမည်ဟု ဆိုလိုပါသည်။

Photovoltaic cell များသည် electrical equipment များအား ပြင်ပ ပါဝါ မလိုအပ်ပဲ operate လုပ်နိုင်ပါသည်။ silicon solar cell များသည် ၀.၅ ဗို့ မျှကိုသာ ထုတ်လုပ်ခြင်းကြောင့် အလိုရှိသော device လုပ်ဆောင်နိုင်စေရန်အတွက် လုံလောက်သော ဗို့အား နှင့် လျှပ်စီး ကို ရရှိစေရန် ထိုသို့သော cell များစွာအား connect လုပ်ရပေမည်။ ဥပမာအားဖြင့် solar cell များအား ဗို့အား ၃ ဗို့နှင့် ၂၅၀ မီလီအမ်ပီယာ အသုံးပြုရန် လိုအပ်သော DC relay coil တစ်ခုအား operate လုပ်နိုင်ရန် အသုံးပြုမည်ဟု ယူဆကြပါမည်။ ယင်းသို့သော အခြေအနေတွင်အသုံးပြုမည့် solar cell များသည် ၀.၅ ဗို့ နှင့် ၁၅၀ မီလီအမ်ပီယာ ကို ထုတ်လုပ်ပေးနိုင်ပါသည်။ ထိုသို့သော cell ခြောက်ခုအား တန်းဆက် ဆက်လိုက်ပါက ယင်းအစုသည် ဗို့အား ၃ ဗို့နှင့် ၁၅၀ မီလီအမ်ပီယာကို ထုတ်လုပ်ပေးနိုင်ပါသည် (ပုံ ၁၇.၂)။ ထိုသို့ တန်းဆက် ဆက်သွယ်ထားလိုက်ခြင်းကြောင့် ထုတ်လုပ်ရရှိသော ဗို့အား သည် relay အား operate လုပ်ရန်အတွက် လုံလောက်သော ဗို့အားဖြစ်သော်လည်း လျှပ်စီးပမာဏမှာမူ မလုံလောက်ပေ။ ထို့ကြောင့် နောက်ထပ် solar cell ခြောက်လုံးအား တန်းဆက် ထပ်မံ ဆက်သွယ်ပေးရပါမည်။ ယင်း connection အစုအား မူလ အတွဲတွင် အပြိုင် ချိတ်ဆက်ပေးခြင်းအားဖြင့် လျှပ်စီးပတ်လမ်းအသစ်သည် ဗို့အား ပမာဏ ၃ ဗို့နှင့် လျှပ်စီး ပမာဏ ၃၀၀ မီလီအမ်ပီယာအား ထုတ်လုပ်ပေးနိုင်သည့် အတွက် relay coil အား operate လုပ်ရန် လုံလောက်သော အနေအထားဖြစ်ပါသည်။

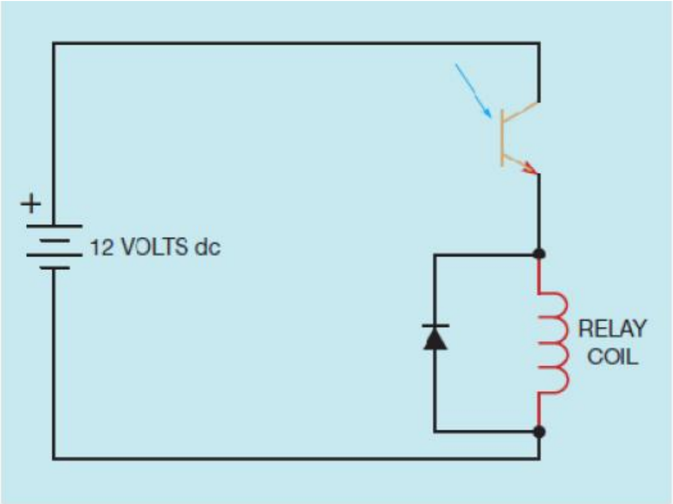
Photoemissive Device များ

Photoemissive Device များသည် အလင်းရောင် အောက်တွင် electron များအား ထုတ်လွှတ်ပေးပါသည်။ ယင်းတို့တွင် phototransistor၊ photodiode နှင့် photo SCR အစရှိသည်တို့ ပါဝင်ပါသည်။ ယင်းသို့သော ပစ္စည်းများအတွက် သင်္ကေတ ပုံများအား ပုံ ၁၇.၃ တွင် ပြသထားပါသည်။ electron များ ထုတ်လွှတ်မှုအား အသုံးပြုကာ solid-state component များအား turn on လုပ်နိုင်စေပါသည်။



ပုံ ၁၇.၃ phototransistor၊ photodiode နှင့် photo-SCR တို့၏ သင်္ကေတ ပုံများ

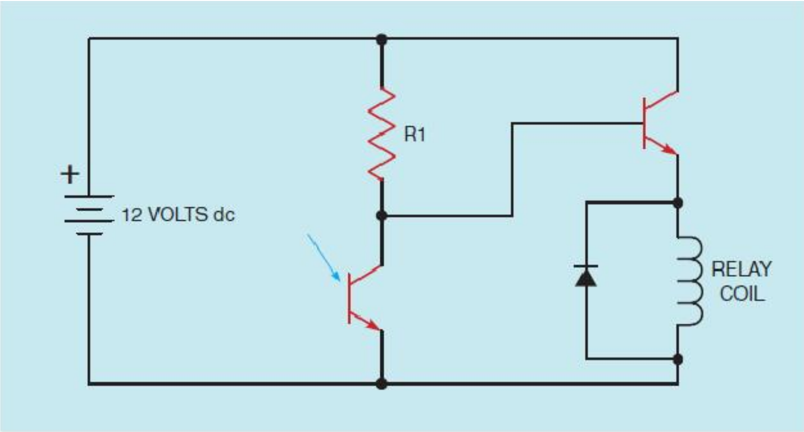
ပုံ ၁၇.၄ တွင်ပြသထားသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် phototransistor အား အသုံးပြုကာ relay coil အား turn on လုပ်စေပါသည်။ မှောင်နေသော အချိန်တွင် phototransistor ၏ base junction မှ electron များအား ထုတ်လွှတ်ခြင်းမရှိသည့်အတွက် transistor သည် turn off ဖြစ်နေပါသည်။ phototransistor သည် အလင်းရောင်ရှိနေစဉ်တွင် turns on ဖြစ်ခြင်းကြောင့် relay coil အတွင်းသို့ လျှပ်စီးကို စီးဆင်းစေပါသည်။ relay coil နှင့် အပြိုင်ချိတ်ဆက်ထားသော ဒိုင်အုပ်အား kickback သို့မဟုတ် freewheeling ဒိုင်အုပ်ဟု ခေါ်ဆိုကြပါသည်။ freewheeling ဒိုင်အုပ်သည် coil အတွင်း လျှပ်စီး စီးဆင်းမှု ရုတ်တရက် ရပ်တန့်သွားခြင်းနှင့် သံလိုက်စက်ကွင်းပြိုပျက်ခြင်းကြောင့် induce ဖြစ်လာသည့် voltage spike များအား တားဆီးနိုင်စေရန် အတွက်ဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၁၇.၄ phototransistor အသုံးပြုကာ relay coil အား control ပြုလုပ်ပုံ

ပုံ ၁၇.၄ တွင် phototransistor သည် အလင်းရောင် ရရှိချိန်တွင် relay coil အား turn on လုပ်ကာ မှောင်နေသော အချိန်တွင်မူ phototransistor သည် turn off လုပ်ပေမည်။ အချို့သော

ပတ်လမ်းများအနေဖြင့် ပြောင်းပြန် operation မျိုးလည်း ရရှိနိုင်ပါသည်။ ထိုသို့သော အခြေအနေမျိုးအား လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်း resistor တစ်လုံးနှင့် junction transistor တစ်လုံးတို့အား ထပ်မံထည့်သွင်းခြင်းအားဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည် (ပုံ ၁၇.၅)။ ယင်း ပတ်လမ်းတွင် relay coil အတွင်း စီးဆင်းမည့်လျှပ်စီးအား common junction transistor တစ်လုံးအသုံးပြုကာ control လုပ်ယူပါမည်။ Resistor R1 သည် junction transistor ၏ base အတွင်း ဖြတ်သန်းစီးဆင်းမည့်လျှပ်စီးအား ကန့်သတ်ပေးပါမည်။ phototransistor သည် မှောင်နေစဉ်တွင် ခုခံမှု အလွန်မြင့်မားပါသည်။

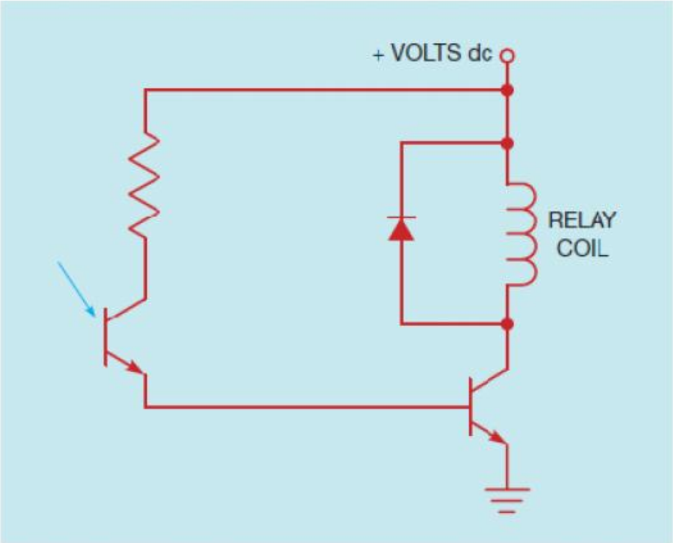


ပုံ ၁၇.၅ phototransistor တစ်လုံးအပေါ်သို့ အမှောင်ကျရောက်သောအချိန်တွင် relay သည် turns on ဖြစ်ပုံ

ယင်းအချက်သည် လျှပ်စီးအား junction transitor ၏ base အထံသို့ စီးဆင်းစေပြီးနောက် turn on လုပ်ပေးပါသည်။ phototransistor သည် အလင်းရောင် ရရှိနေသော အချိန်တွင် turn on လုပ်ပြီးနောက် junction transistor ၏ base အား battery ၏ အနုတ်ဖက်ခြမ်းနှင့် ဆက်သွယ်ပေးပါမည်။ ယင်းအချက်သည် junction transistor အား turn off လုပ်စေပါသည်။ လျှပ်စီးပတ်လမ်း အတွင်း အသုံးပြုသော phototransistor အား stealer transistor အဖြစ်အသုံးပြုပါသည်။ stealer transistor အနေဖြင့် ယင်း၏ turn off ဖြစ်နေသော အခြေအနေအား ထိမ်းသိမ်းထားနိုင်ရန်အလို့ငှာ အခြားသော transistor တို့၏ base လျှပ်စီးအား မရောက်ရှိနိုင်စေရန် လုပ်ဆောင်ပေးသည်။

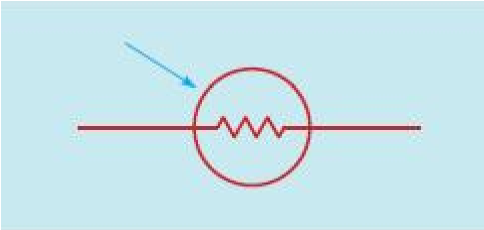
အချို့သော လျှပ်စီးပတ်လမ်းတို့တွင် phototransistor သည် ပုံမှန်လုပ်ဆောင်နေကျအခြေအနေထက် ပိုမိုမြင့်မားသော gain တန်ဘိုးရှိသင့်ပါသည်။ ထိုသို့သော အခြေအနေအား Darlington Amplifier Circuit

အတွက် phototransistor အား driver အဖြစ် အသုံးပြုခြင်းဖြင့် ရရှိနိုင်ပါသည် (ပုံ ၁၇.၆)။ Darlington Amplifier Circuit တွင် gain သည် ယေဘုယျအားဖြင့် ၁၀ ၀၀၀ အထက်တွင် ရှိပါသည်။



ပုံ ၁၇.၆ Darlington Amplifier အား မောင်းနှင်ရန်အတွက် phototransistor အား အသုံးပြုပုံ

ပြသထားသော phototransistor တို့နည်းတူ photodiode များနှင့် photo-SCRs များအားလည်း လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ photodiode တို့သည် အလင်းရောင်ရှိနေစဥ်တွင် လျှပ်စီးကို စီးဆင်းစေပါသည်။ photo-SCRs များမှာမူ common junction SCR များကဲ့သို့ အလုပ်လုပ်ပုံသဘာဝ တူညီကြပါသည်။ ကွဲပြားသောအချက်တစ်ခုမှာ photo-SCR အား အသုံးပြုရာတွင် အလင်းရောင်ကို အသုံးပြုကာ gate အား trigger လုပ်ခြင်းပင်ဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၁၇.၇ cad cell တစ်လုံး၏ သင်္ကေတ ပုံ

မည်သည့် phtoemissive device အမျိုးအစားကို အသုံးပြုသည်ဖြစ်စေ သို့မဟုတ် မည့်သည့် လျှပ်စီးပတ်လမ်း အမျိုးအစားကို အသုံးပြုသည်ဖြစ်စေ၊ photoemissive device တို့ကို အသုံးပြုရခြင်း၏ အဓိက ကောင်းသောအချက်မှာ အလုပ်လုပ်ဆောင်သော အမြန်နှုံးပင်ဖြစ်ပါသည်။ photomissive device တို့သည် အလွန်သေးငယ်သော မိုက်ခရိုစက္ကန့်မျှလောက်သော အချိန်အတွင်းမှာပင် turn on သို့မဟုတ် turn off လုပ်နိုင်ပါသည်။ photovoltaic သို့မဟုတ် photoconductive device တို့သည် ယင်းတို့အား turn on သို့မဟုတ် off လုပ်ရန်အတွက် ယေဘုယျအားဖြင့် မီလီစက္ကန့်ပေါင်းများစွာ ကြာမြင့်ပါသည်။ ယင်းကြောင့် photoemissive device တို့အား မြန်နှုံးမြင့် switching ပတ်လမ်းတို့တွင် အသုံးပြုလာကြခြင်းဖြစ်ပါသည်။

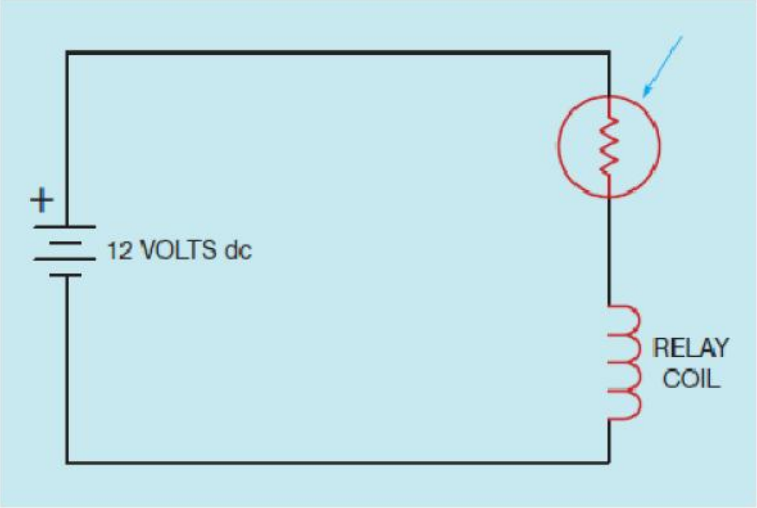
ပုံ ၁၇.၈ cad cell

Photoconductive Device များ

Photoconductive device များသည် အလင်းရောင် ရရှိမှု သို့မဟုတ် မရရှိမှု အစရှိသော အခြေအနေတို့အပေါ်တွင်မူတည်ကာ ခုခံမှု ပြောင်းသွားတတ်ပါသည်။ အသုံးများသော photoconductive device မှာ cadmium sulphide cell သို့မဟုတ် cad cell ဖြစ်ပါသည်။ cad cell တစ်လုံးသည် ပုံမှန်နေရောင်ခြည်အောက်တွင် ခုခံမှု ၅၀ အုမ်းမျှရှိကာ မှောင်မိုက်သော အချိန်တွင်မူ ခုခံမှု ရာပေါင်း

ထောင်ပေါင်းများစွာအထိ ရှိပါသည်။ ယင်းအား အလင်းအားကို sensitive ဖြစ်သော switch အနေဖြင့် အသုံးပြုပါသည်။ cad cell တစ်လုံး၏ သင်္ကေတပုံအား ပုံ ၁၇.၇ တွင် ပြသထားပါသည်။ ပုံ ၁၇.၈ တွင် စံပြု cad cell တစ်လုံးအား ပြသထားပါသည်။

ပုံ ၁၇.၉ တွင် relay တစ်လုံးအား control လုပ်မည့် cad cell အား အသုံးပြုထားသော အခြေခံလျှပ်စီးပတ်လမ်းကို ဖော်ပြထားပါသည်။ မှောင်နေသော အချိန်တွင် cad cell ၏ ခုခံမှုသည် မြင့်မားပါသည်။ ထို့ကြောင့် လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်း စီးဆင်းကာ relay အား on စေမည့် လိုအပ်သော လျှပ်စီးပမာဏရရှိစေမှုအား တားဆီးပေးပါသည်။ cad cell သည် အလင်းရောင်ရှိနေစဉ်တွင် ခုခံမှုသည် နိမ့်ပါးပါသည်။ relay အား operate လုပ်စေမည့် လုံလောက်သော လျှပ်စီးပမာဏသည် လျှပ်စီးပတ်လမ်းအတွင်း စီးဆင်းစေပါသည်။

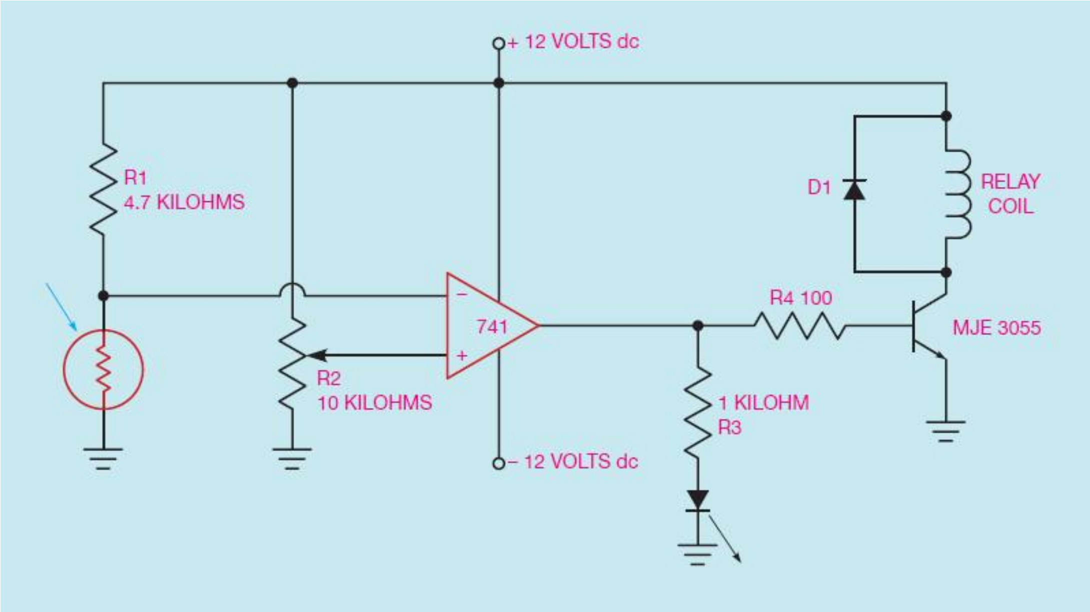


ပုံ ၁၇.၉ cad cell ဖြင့် control လုပ်သော relay coil

လျှပ်စီးပတ်လမ်းအလုပ်လုပ်နိုင်စေရန်အတွက် လုံလောက်သော လျှပ်စီးပမာဏအား cad cell မှ ကိုင်တွယ်လုပ်ဆောင်ပေးနိုင်သော်လည်း ယင်းတွင် ပြဿနာ နှစ်ခုမျှ ရှိနေပါသည်။

၁။ လျှပ်စီးပတ်လမ်း၏ sensitivity အား ချိန်ညှိနိုင်မည့် နည်းလမ်း မရှိပါ။ photo-operated switch တို့သည် plant ၏ မတူကွဲပြားသော နေရာများစွာတွင် တည်ရှိပါသည်။ ပတ်ဝန်းကျင် အလင်းရောင် ရရှိမှုမှာလည်း တစ်နေရာနှင့် တစ်နေရာ တူညီခြင်း မရှိပေ။ ထို့ကြောင့် sensor မှ အမှန်တစ်ကယ် လုပ်ဆောင်မည့် အလင်းပမာဏ အား ချိန်ညှိရန် လိုအပ်ပါသည်။

၂။ လျှပ်စီးပတ်လမ်း ၏ အာရုံခံနိုင်အား ကိုမပြောင်းလဲနိုင်ပါ။ ပုံ ၁၇.၉ တွင်ပြသထားသော လျှပ်စီးပတ်လမ်းသည် cad cell သည် အလင်းရောင် ရရှိနေချိန်တွင် turn on လုပ်နိုင်စေပါသည်။ cad cell အနေနှင့် မှောင်မိုက်သော အခြေအနေတွင်လည်း relay အား turn on လုပ်ပေးနိုင်စေမည့် အခြေအနေ များလည်း ရှိပေမည်။



ပုံ ၁၇.၁၀ cad cell သို့ အလင်းကျရောက်စဉ်တွင် relay coil သည် energized ဖြစ်ပုံ

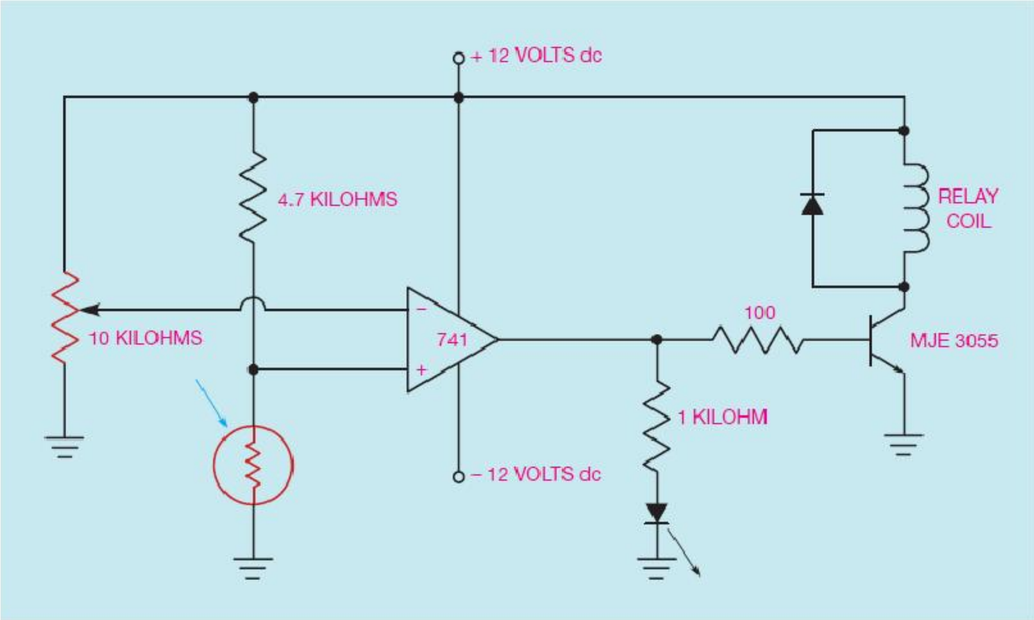
ပုံ ၁၇.၁၀ တွင် photodetector လျှပ်စီးပတ်လမ်း အားပြသထားပြီး cad cell အား sensor တစ်ခုအနေဖြင့် အသုံးပြုထားကာ operational amplifier (op amp) အား control circuit အဖြစ်အသုံးပြုထားပါသည်။ လျှပ်စီးပတ်လမ်း အလုပ်လုပ်ပုံမှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်ပါသည်။

Resistor R1 နှင့် cad cell တို့အား voltage divider လျှပ်စီးပတ်လမ်းအဖြစ် ဖွဲ့စည်းထားကာ ယင်းသည် amplifier ၏ inverting input အား ဆက်သွယ်ထားပါသည်။ Resistor R2 အား potentiometer အဖြစ် အသုံးပြုထားကာ noninverting input အတွက် positive voltage တစ်ခုအား preset လုပ်ပေးရန်ဖြစ်ပါသည်။ ယင်း control သည် လျှပ်စီးပတ်လမ်း၏ sensitivity အား ချိန်ညှိပေးပါသည်။ Resistor R3 သည် light-emitting diode (LED) တစ်လုံးအား ပေးပို့သော လျှပ်စီးအား ကန့်သတ်ပေးပါသည်။ LED အား photodetector case ၏ အပြင်ဖက်တွင် တပ်ဆင်ထားကာ relay coil တစ်ခု energize လုပ်ခြင်းအား indicate လုပ်ပေးပါသည်။ Resistor R4 သည် junction transistor ၏

base အတွင်းသို့ စီးဆင်းသည့်လျှပ်စီးအား ကန့်သတ်ပါသည်။ junction transistor အား relay coil အလုပ်လုပ်ရန်အတွက် လိုအပ်သော လျှပ်စီးကို control လုပ်ရန် အသုံးပြုပါသည်။ OP amp များစွာတို့တွင် လျှပ်စီးပမာဏ ကို control လုပ်ရန်အတွက် လုံလောက်သော current rating မရှိပါ။ Diode D1 အား kickback diode အဖြစ် အသုံးပြုထားပါသည်။

Resistor R2 အား noninverting input တွင် ပိုတင်ရှယ် ၆ ဗို့ ရရှိစေရန် ချိန်ညှိထားပါသည်။ cad cell သည် အလင်းရောင်အောက်တွင် ရှိနေစဉ် ယင်းတွင် ခုခံမှု နိမ့်ကျလျှက်ရှိကာ ၆ ဗို့အောက်နိမ့်သော ပိုတင်ရှယ်ပမာဏ သည် inverting input တွင် apply လုပ်ထားပါသည်။ noninverting input တွင် မြင့်မားသော positive ဗို့အား ဖြင့် ချိတ်ဆက်ထားခြင်းကြောင့် output သည်လည်း မြင့်မားပေမည်။ OP amp ၏ output သည် မြင့်နေချိန်တွင် LED နှင့် transistor တို့သည် turn on ဖြစ်သွားပေမည်။

Cad cell သည် မှောင်မိုက်နေစဉ်တွင် ယင်း၏ ခုခံမှုသည် တိုးတက်လာပါသည်။ ခုခံမှု တန်ဘိုး ၄.၇ကီလိုအုမ်း ထက်ကျော်လွန်ချိန်တွင် ဗို့အား ၆ ဗို့ထက်ကျော်လွန်သော ဗို့အား တစ်ခုအား inverting input သို့ apply လုပ်ထားပါသည်။ ယင်းအချက်သည် OP amp ၏ output အား high အခြေအနေမှ low အခြေအနေသို့ ပြောင်းသွားသည့်အတွက် LED နှင့် transistor တို့အား off အနေအထားသို့ ရောက်ရှိစေပါသည်။ ယင်းလျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် cad cell သည် အလင်းရောင်ရရှိချိန်တွင် relay အား turn on ဖြစ်စေကာ အမှောင်ကျသွားချိန်တွင် turn off ဖြစ်စေပါသည်။



ပုံ ၁၇.၁၁ cad cell အား အမှောင်ကျသွားချိန်တွင် relay အား energize လုပ်ပုံ

ပုံ ၁၇.၁၁ တွင် လျှပ်စီးပတ်လမ်း၏ လုပ်ဆောင်မှုအား ပြောင်းပြန်ဖြစ်စေသော connection ကို ပြသထားပါသည်။ inverting input တွင် potentiometer အား ပြန်လည်တပ်ဆင်ထားကာ voltage divider circuit အား noninverting inputတွင် ချိတ်ဆက်ထားပါသည်။ ယင်းလျှပ်စီးပတ်လမ်း၏ လုပ်ဆောင်ပုံအား နားလည်နိုင်ရန် inverting input တွင် ပိုတင်ရှယ် အားဖြင့် ၆ ဗို့အား preset အနေဖြင့် ထားရှိသည်ဟု ယူဆထားရပါမည်။

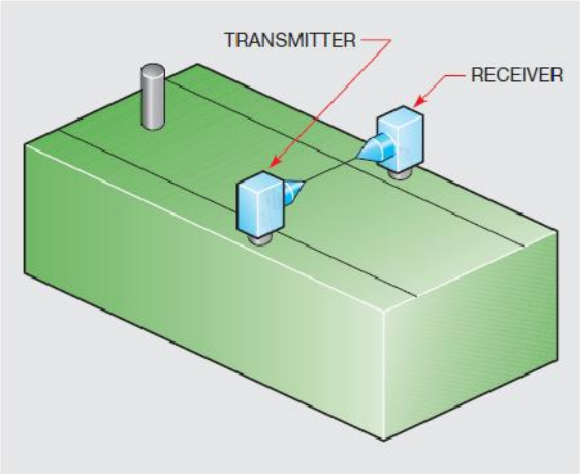
အလင်းရောင်ရှိနေသော အခြေအနေတွင် cad cell သည် ခုခံမှု နိမ့်ကာ ၆ ဗို့အောက်နိမ့်သော ဗို့အားတစ်ခုအား noninverting input အား apply လုပ်ပါသည်။ inverting input တွင် မြင့်မားသော positive voltage အား ချိတ်ဆက်ထားခြင်းကြောင့် output သည် နိမ့်နေခြင်းကြောင့် LED နှင့် transistor တို့သည် turn off ဖြစ်နေပေမည်။

မှောင်နေသော အခြေအနေတွင် cad cell သည် ခုခံမှု သည် ၄.၇ ကီလိုအုမ်းထက်ကြီးမားလာကာ ၆ ဗို့ထက်မြင့်မားသော ဗို့အားတစ်ခုအား noninverting input အား apply လုပ်ပါသည်။ ယင်းအချက်ကြောင့် OP amp ၏ output အား မြင့်သောအခြေအနေသို့ ပြောင်းလည်းသွားစေကာ LED နှင့် transistor တို့အား turn on ဖြစ်နေပေမည်။ ယင်း လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွင် cad cell ၏ မှောင်နေသော အခြေအနေတွင် relay အား on စေပြီး၊ အလင်းရောင် ရရှိနေစဉ်တွင် off ဖြစ်စေပါသည်။

Photodetector တို့အား တပ်ဆင်ပုံ

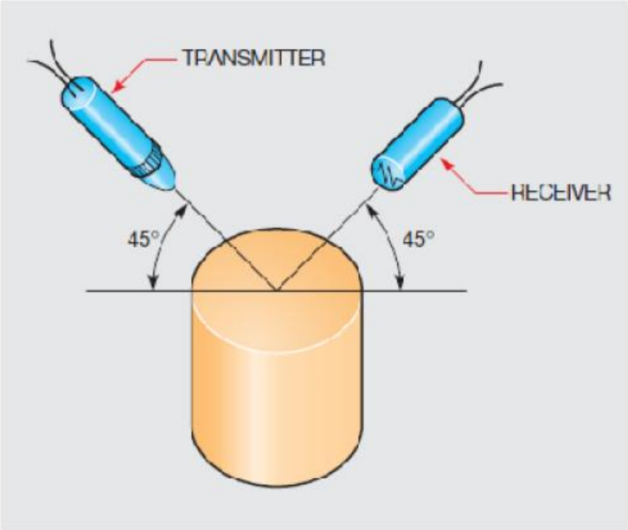
Photodetector တို့အား စက်မှုလုပ်ငန်းများတွင် အသုံးပြုရန်အတွက် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားပြီး နည်းလမ်းမျိုးစုံဖြင့် တပ်ဆင် အသုံးပြုနိုင်စေပါသည်။ အခြေခံအားဖြင့် photodetector နှစ်မျိုးရှိပြီး တစ်မျိုးမှာ transmitter နှင့် receiver unit တို့ သီခြားစီရှိနေသော အမျိုးအစားနှင့် အခြားတစ်မျိုးမှာ unit နှစ်ခုစလုံးတို့အား housing တစ်ခုတည်းတွင် တပ်ဆင်အသုံးပြုခြင်းဖြစ်ပါသည်။ အသုံးပြုလိုသော လုပ်ငန်းလိုအပ်ချက်အပေါ်တွင်မူတည်ကာ သုံးစွဲလိုသော အမျိုးအစားအား ဆုံးဖြတ်ရပါသည်။ transmitter အပိုင်းသည် light source တစ်ခုဖြစ်ကာ ယေဘုယျအားဖြင့် သက်တမ်းရှည်ကြာအသုံးပြုနိုင်သည့် incandescent bulb ဖြစ်ပါသည်။ ယင်းတို့အား photodetector ဟုဆိုသော်လည်း အနီအောက်ရောင်ခြည် transmitter ကိုအသုံးပြုထားပါသည်။ ယင်း အနီအောက်ရောင်ခြည်အား သာမန်မျက်စိဖြင့် မမြင်နိုင်သည့်အတွက် သူခိုးဖမ်း အချက်ပေးစံနစ် တွင် မကြာခဏ သုံးစွဲကြပါသည်။ receiver unit အတွင်း

photodetector အား တပ်ဆင်ထားကာ ယေဘုယျအားဖြင့် system တစ်ခု operate လုပ်နိုင်စေသည့် လျှပ်စီးပတ်လမ်းဖြစ်ပါသည်။



ပုံ ၁၇.၁၂ conveyor line အပေါ်တွင် object ရှိနေသည်ကို photodetector အသုံးပြုကာ အာရုံခံပုံ

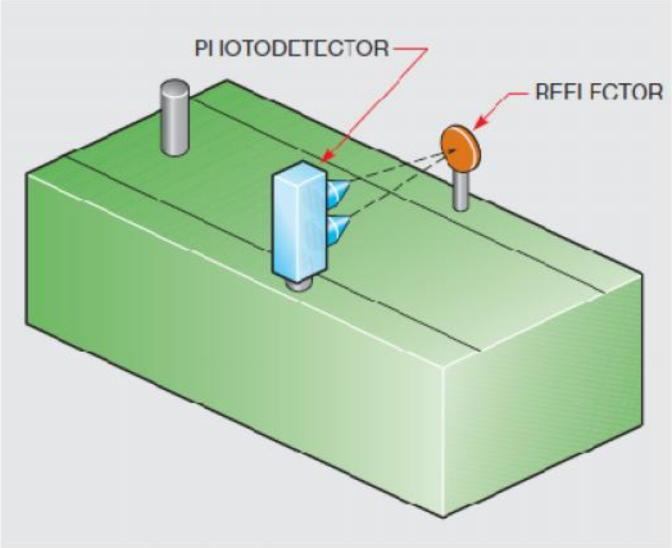
ပုံ ၁၇.၁၂ တွင် conveyour line ပေါ်ရှိ object တစ်ခု ရှိနေမှုအား detect လုပ်ရာတွင် အသုံးပြုသော photodetector အားပြသထားပါသည်။ object သည် transmitter နှင့် receiver တို့အကြားတွင် ဖြတ်သန်းသွားသောအခါတွင် အလင်းတန်းသည် ပြတ်တောက်သွားခြင်းကြောင့် detector အား active ဖြစ်စေပါသည်။ object တစ်ခု ရှိနေသည့်အချက်အား မည်သည့် physical contact မျှ မလိုအပ်ပဲ photodetector မှ sense လုပ်နိုင်ပေသည်။



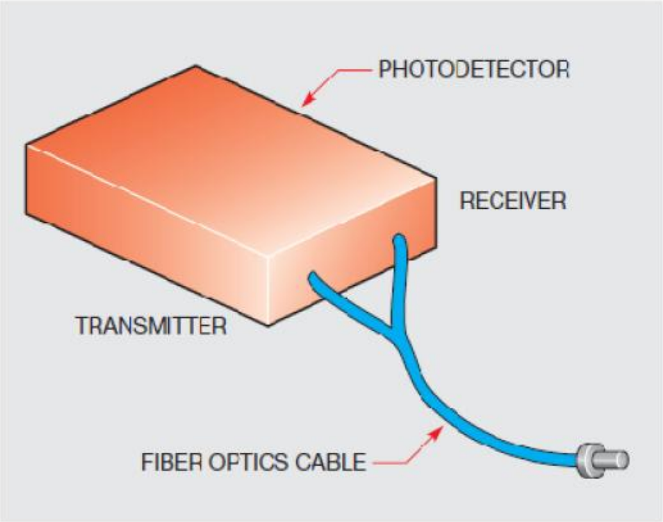
ပုံ ၁၇.၁၃ ပြောင်လက် တောက်ပ နေသော မျက်နှာပြင်မှ အလင်းပြန်မှုဖြင့် object ကို အာရုံခံပုံ

ပုံ ၁၇.၁၃ တွင် transmitter နှင့် receiver တို့ တပ်ဆင်နိုင်မည့် အခြားနည်းလမ်းတစ်ခုအား ပြသထားပါသည်။ ယင်း ဥပမာတွင် object တစ်ခု၏ အလင်းပြန်နိုင်သော မျက်နှာပြင်တစ်ခုမှ အလင်းပြန်စေခြင်းအားဖြင့် sense လုပ်ပါသည်။ transmitter နှင့် receiver တို့အား sense လုပ်လိုသော object မှ တူညီသော ထောင့်ချိုးအတိုင်း ရှိနေစေရန် သတိပြုရပါမည်။ ထိုကဲ့သို့သော တပ်ဆင်မှုမျိုးသည် conveyour line ပေါ်ရှိ သံဘူးများကဲ့သို့ တူညီသော အမြင့် ရှိနေမှသာ ကောင်းမွန်စွာ လုပ်ကိုင်နိုင်မည်ဖြစ်ပါသည်။

Housing တစ်ခုတည်းတွင် တပ်ဆင်ထားသော transmitter နှင့် receiver တို့ နှစ်ခုစလုံးပါရှိသော photodetector များ၏ operation သည် reflector အပေါ်တွင် မှီတည်နေပါသည်။ ပုံ ၁၇.၁၄ တွင် conveyour line အပေါ်တွင်တပ်ဆင်ထားသော photodetector unit အား ပြသထားပါသည်။ transmitter အား reflector ထံသို့ ချိန်ထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။ အလင်းတန်းစုသည် receiver အထံသို့ အလင်းပြန်ကာ ရောက်ရှိသွားပါမည်။ object တစ်ခုသည် photodetector unit နှင့် reflector တို့အကြားသို့ ဖြတ်သန်းချိန်တွင် receiver သို့ သွားမည့် အလင်းတန်းသည် တားဆီးခံလိုက်ရပါသည်။ ထိုသို့သော အမျိုးအစားတွင် electrical connection သည် equipment တစ်ခုတည်းတွင်သာ ပြုလုပ်ရန်လိုအပ်သည့် အားသာချက်ရှိပါသည်။ ထိုအချက်ကြောင့် photodetector unit အား အလွယ်တကူ တပ်ဆင်နိုင်သကဲ့သို့ reflector တပ်ဆင်ရာနေရာများသို့ control ဝါယာသွယ်တန်းရ ခက်ခဲမှုအားလည်း လွယ်ကူသွားစေပါသည်။ ယင်းသို့သော unit များအား ပေ ၂၀ နှင့် ယင်းထက်ပိုသော အကွာအဝေးအထိ သုံးစွဲနိုင်ပါသည်။

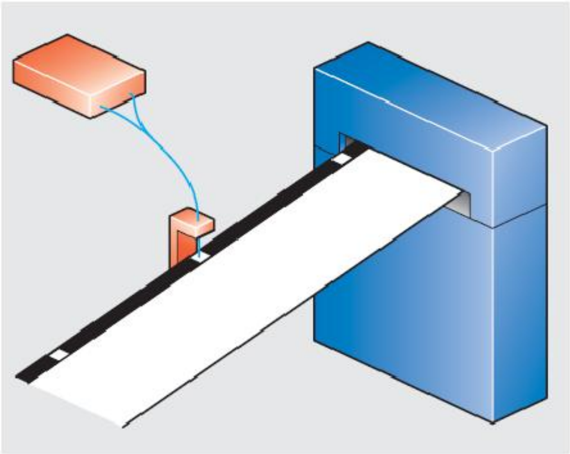


ပုံ ၁၇.၁၄ phtodetector နှင့် reflector တို့အကြားသို့ object ဖြတ်သန်းစေခြင်းဖြင့် အာရုံခံပုံ



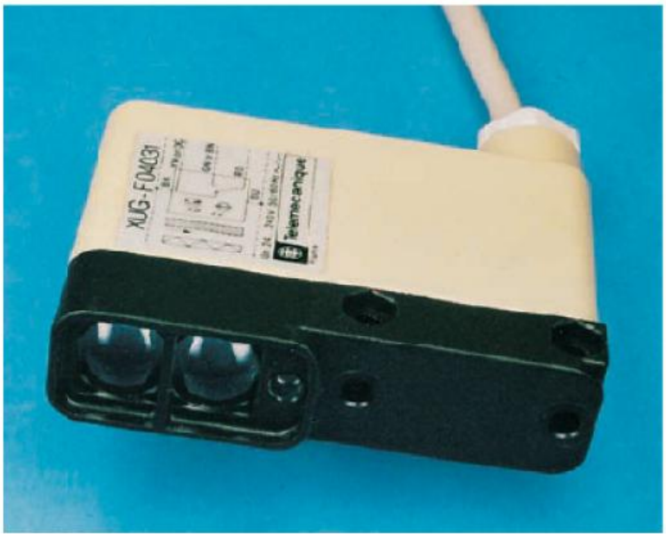
ပုံ ၁၇.၁၅ အလင်းထုတ်လွှင့်ခြင်းနှင့် လက်ခံခြင်းတို့အတွက် optical cable အား အသုံးပြုပုံ

အလင်းပြန်သော နိယာမကို အသုံးပြုကာ လုပ်ဆောင်သော unit နောက်တစ်မျိုးမှာ optical fiber cable ဖြစ်ပါသည်။ cable အတွင်းရှိ fiber တို့အား တစ်ဂက်စီခွဲထားပါသည်။ fibre တစ်ဂက်အစုအား transmitter နှင့် ချိတ်ဆက်ထားကာ အခြားသော တစ်ဂက်မှာမူ receiver unit နှင့် ချိတ်ဆက်ထားပါသည် (ပုံ ၁၇.၁၅)။ ထိုသို့သော unit သည် transmitter နှင့် receiver တို့အား အလွန်သေးငယ်သော ဧရိယာအတွင်း တပ်ဆင်နိုင်သော ကောင်းသော အချက်ရှိပါသည်။ ပုံ ၁၇.၁၆ တွင် အသုံးများသော unit အမျိုးအစား တစ်ခုအား ပြသထားပါသည်။ ယင်း unit ကို label cutting machine အား control လုပ်ရာတွင်အသုံးပြုပါသည်။ label များအား အလိပ်ကြီးပေါ်တွင်ရိုက်နှိပ်ကာ package တစ်ခုစီအတွက် ဖြတ်တောက်ပေးရပါသည်။ label roll ၏ တစ်ဘက်တွင် သေးငယ်သော strip တစ်ခုပါရှိကာ ယင်းသည် အနက်ရောင်ရှိပြီး တောက်ပသော အစိတ်အပိုင်းများသည် ပုံမှန် ကြားပိုင်းများအဖြစ် နေရာခြားလျှက် ပါရှိပါသည်။ optical fiber cable သည် ယင်း သေးငယ်သော strip အပေါ်တွင် ရှိနေပါသည်။ strip ၏ အနက်ရောင် မျက်နှာပြင်သည် optical cable အောက်သို့ ဖြတ်သန်းသောအခါတွင် receiver unit ထံသို့ မည်သည့် အလင်းမျှ ပြန်လည်ရောက်ရှိခြင်းမရှိပေ။ တောက်ပသော အစိတ်အပိုင်းသည် cable အောက်သို့ဖြတ်သန်းစဉ်တွင် အလင်းသည် receiver unit ထံသို့ အလင်းပြန်ကာ ရောက်ရှိသွားပါသည်။ photodetector သည် control circuit ထံသို့ signal ပေးပို့ခြင်းဖြင့် lable အား ဖြတ်တောက်ရန် အကြောင်းကြားပေးပါသည်။



ပုံ ၁၇.၁၆ label ၏ တစ်ဖက်ရှိ တောက်ပနေသောနေရာကို optical cable မှ detect လုပ်ပုံ

Photodetector များအား အသုံးပြုကာ မည်သည့် physical contact ကိုမျှ အသုံးမပြုပဲ object တိုင်းအား sense လုပ်နိုင်ကာ ပျက်စီးခြင်း ပြုတ်ထွက်ခြင်း မရှိဘဲ အကြိမ်ပေါင်း သန်းနှင့်ချီ၍ operate လုပ်နိုင်ပါသည်။ ပုံ ၁၇.၁၇ တွင် photodetector တစ်လုံးအား ပြသထားပါသည်။



ပုံ ၁၇.၁၇ transmitter နှင့် receiver နှစ်ခုစလုံးပါရှိသော photodetector