
Medir e Entender

O multímetro na prática
e a teoria por trás das medidas

Módulo 1 — O alicate VA-910 numa residência real

Do relógio de luz ao chuveiro: medindo, entendendo e conferindo.



Apostila da videoaula — Módulo gratuito

para eletricitistas, estudantes e curiosos

Eng. Levi Silva

Engenheiro Eletricista — 38 anos em telecomunicações e manufatura eletrônica
ENGLEVI — Consultoria e Serviços de Engenharia

Versão 2.1 — setembro de 2026

Sumário

Como usar esta apostila	2
1 Começo: conhecendo o alicate VA-910	4
1.1 O que ele faz	5
1.2 Como a garra mede corrente sem cortar o fio	6
1.3 Limites do instrumento que todo técnico precisa conhecer	6
2 Começo: a casa, o relógio de luz e a ligação em estrela	8
2.1 O relógio de luz: Eletra ZEUS 8023-NG	8
2.2 A ligação da casa: trifásica em estrela, 127/220 V	10
2.3 O que tem na caixa de entrada	10
3 Meio: o consumo de base durante o dia	12
3.1 As tensões da entrada	12
3.2 As correntes de cada fase	13
3.3 O que essas medidas contam	13
4 Meio: ligando o chuveiro no mais quente	15
4.1 O chuveiro	15
4.2 As medidas	16
4.3 Onde o chuveiro está ligado?	16
4.4 A medida bate com a placa?	17
4.5 Quanto custa um banho	17
4.6 O circuito do chuveiro	18
5 Fim: juntando as peças	19
5.1 A história completa em um quadro	19
5.2 Uma lição de engenharia: confira sempre	19
5.3 Checklist de campo	19
5.4 Exercícios	20
6 O próximo passo: a teoria por trás das medidas	21
6.1 O que ficou sem resposta	21
6.2 Módulo 2 — A teoria por trás	22
6.3 Como participar	23
A Respostas dos exercícios	24
B Ficha de campo	25

Como usar esta apostila

Esta apostila acompanha o videocurso **Medir e Entender**. Cada **Aula** daqui corresponde a uma **videoaula**. O caminho recomendado é:

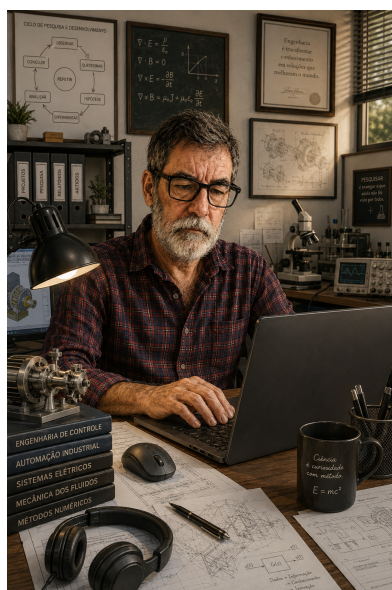
1. **Assista ao vídeo** da aula (link no início de cada aula).
2. **Pare nos pontos marcados** com ► *Pause o vídeo e faça*. São pequenas atividades que fixam o conteúdo.
3. **Leia a aula na apostila** para rever as contas, as tabelas e as fotos com calma.
4. **Faça os exercícios** da Aula 5 e confira as respostas no final.

O curso completo

Módulo	Conteúdo	Acesso
Módulo 1	O multímetro na prática. Uma medição real, do relógio de luz ao chuveiro, com as contas de todo dia ($P = V \times I$). Esta apostila.	Gratuito
Módulo 2	A teoria por trás. Matemática para eletricidade, eletrônica básica (inclusive por dentro do multímetro), corrente alternada e fasores, aplicados aos dados reais do Módulo 1. Haverá comentários sobre aplicativo de simulação e o básico de como usar a Inteligência Artificial (IA) para estudo e trabalho.	Pago

Ao longo do Módulo 1 aparecem caixas azuis chamadas “*A teoria por trás*”. Elas mostram medidas reais que só se explicam por completo com a matemática e a eletrônica do Módulo 2. A Aula 6 apresenta esse módulo em detalhe.

Sobre o instrutor



Seja bem-vindo ao curso gratuito de multímetro digital da ENGLEVI!

Nesta primeira aula, apresento o curso e conto um pouco da minha trajetória. Sou Levi R. da Silva, engenheiro eletricista com mais de 38 anos de experiência em telecomunicações e manufatura eletrônica, com passagem pela Ericsson e pela Flex, e muitos anos dedicados ao ensino técnico.

Ao longo de 6 vídeos, você vai aprender a usar um multímetro digital simples na prática, desde o quadro de distribuição de energia de uma instalação elétrica residencial até uma carga resistiva de alto consumo: o chuveiro elétrico.

Todas as aulas estão disponíveis em: <https://englevi.com.br/>

Se este conteúdo for útil para você, deixe seu like e inscreva-se no canal. Seu apoio nos ajuda a responder dúvidas e a produzir mais vídeos técnicos para profissionais.

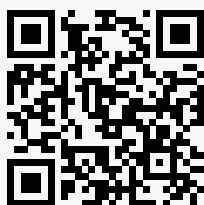
Apresentação em vídeo de 7 minutos: <https://youtu.be/uQoFtTss1bI>

Atenção — segurança

Medições em quadro energizado são trabalho para profissional qualificado, com equipamento adequado e procedimentos de segurança (no Brasil, a NR-10 trata disso). O curioso aprende muito com este curso, mas **não deve abrir o padrão de entrada nem quadros energizados**. tomada.

Começo: conhecendo o alicate VA-910

Videoaula 1



Duração: 12 minutos e 40 segundos

Vídeo: https://youtu.be/aMRo_GEIQQY

Ao final desta aula você vai saber:

- identificar cada função da chave rotativa;
- entender como a garra mede corrente sem cortar o fio;
- escolher a faixa certa e reconhecer os limites do instrumento.

A história

Esta é a história de uma medição real. Usando um alicate amperímetro simples, fomos até o padrão de entrada de uma residência para responder a três perguntas: *como esta casa está ligada à rede? Quanto ela consome quando tem pouca carga ligada? O que acontece quando alguém liga o chuveiro no mais quente?* Antes de medir qualquer coisa, precisamos conhecer o instrumento.



Figura 1.1: O alicate volt-amperímetro Instrutherm VA-910.

Observação sobre o instrumento

O alicate volt-amperímetro utilizado neste curso, o Instrutherm VA-910, é um modelo comum e de baixo custo, escolhido simplesmente por ser o instrumento que o autor já possuía. Não há patrocínio nem indicação comercial da marca.

Qualquer alicate amperímetro ou multímetro de outro fabricante segue os mesmos critérios

apresentados aqui. Antes de medir, consulte o manual do seu instrumento e verifique:

- as **funções e escalas** disponíveis;
- a **resolução** e a **exatidão** de cada escala, dada como $\pm(\% \text{ da leitura} + \text{dígitos})$;
- a **categoria de segurança** (CAT II, III ou IV) e a tensão máxima;
- se a medição é por **valor médio** ou **True RMS**.

Com esses dados em mãos, todas as medições e contas desta apostila podem ser reproduzidas com o seu próprio equipamento.

1.1 O que ele faz

O VA-910 é um alicate volt-amperímetro de linha básica a intermediária, feito para medições instantâneas de corrente e tensão. Pelo catálogo do fabricante, tem display de cristal líquido, funciona entre 10 °C e 40 °C e vem com pontas de prova, bateria de 9 V, estojo e manual. Lendo a chave rotativa, as funções são:

Posição da chave	Função	Como mede
1000A~, 200A~, 20A~	Corrente alternada	pela garra
750V~	Tensão alternada	pontas de prova (V e COM)
1000V $\overline{\cdot\cdot\cdot}$	Tensão contínua	pontas de prova
2k Ω , 200 Ω	Resistência	pontas de prova, circuito desligado
diodo / “bip”	Diodo e continuidade	pontas de prova, circuito desligado
OFF	Desligado	—

Os botões são **HOLD**, que congela a leitura no visor (ótimo quando o display fica em posição de difícil visão), e **BACK LIGHT**, que acende a luz de fundo.



Figura 1.2: Detalhe da chave rotativa e dos bornes V, COM e Ω .

1.2 Como a garra mede corrente sem cortar o fio

Todo fio percorrido por corrente cria um campo magnético em volta dele. A garra do alicate é o núcleo de um pequeno transformador de corrente: ela “abraça” o fio, capta esse campo e converte em amperes no display. Por isso:

A regra de ouro do alicate

O alicate mede a **soma** das correntes que passam por dentro da garra, levando em conta o **sentido** de cada uma.

Três consequências práticas:

- **Um fio só na garra:** você mede a corrente daquele fio. É o jeito certo.
- **Cabo inteiro de um aparelho** (fase e neutro juntos): a corrente que vai pela fase volta pelo neutro, em sentido contrário. Os campos se anulam e o alicate mostra **zero**. Ele não está com defeito: a soma é zero mesmo.
- **Cabo inteiro e aparece corrente:** parte da corrente não voltou pelo neutro. Escapou pela carcaça, pelo terra ou por um isolamento ruim. Isso é **corrente de fuga**, e é exatamente assim que o disjuntor DR detecta perigo.

Medindo um aparelho na tomada com segurança

Nunca descasque o cabo de um aparelho para separar os fios. Use um **separador de linha** (*line splitter*): um adaptador barato em que o aparelho é ligado e que tem uma alça por onde passa só a fase. Muitos têm uma saída “ $\times 10$ ”, em que o fio dá dez voltas pela garra. A leitura fica dez vezes maior e você divide por 10, o que melhora muito a medição de correntes pequenas, como a de uma geladeira.

1.3 Limites do instrumento que todo técnico precisa conhecer

Faixa manual e resolução. O VA-910 não escolhe a faixa sozinho. Na faixa de 200 A (repare no “200” pequeno no display) a resolução é de 0,1 A. Isso é ótimo para os 26 A de um chuveiro, mas ruim para 1 A de uma geladeira: você está usando cerca de 1 % da escala, onde o erro de “dígitos” pesa muito. Para correntes pequenas, **use a faixa de 20 A**.

Só corrente alternada. A garra funciona por indução, então não mede corrente contínua (bateria, painel solar). Para isso existem alicates com sensor de efeito Hall.

Valor médio, não True RMS. O manual especifica tensão e corrente AC “para onda senoidal”: o VA-910 mede o valor médio e mostra o equivalente eficaz de uma senoide. Com cargas resistivas, como chuveiro e ferro de passar, a corrente é senoidal e a leitura é correta. Com fontes chaveadas, inversores e lâmpadas LED, a leitura pode ficar distorcida.

Exatidão e categoria de segurança. O manual informa a categoria de segurança: CAT II – 1000 V. Isso significa que o aparelho é adequado para tomadas, aparelhos e circuitos terminais. Não é adequado para o padrão de entrada, onde se exige CAT III ou CAT IV.

Tabela 1.1: Exatidão do VA-910 por função (manual Instrutherm, 05/12/12).

Função	Escala	Resolução	Exatidão
Corrente AC (50–60 Hz)	20 A	10 mA	$\pm(2\% + 5 \text{ dígitos})$
	200 A	100 mA	$\pm(2\% + 5 \text{ dígitos})$
	1.000 A	1 A	$\pm(2\% + 5 \text{ dígitos})$ até 800 A; $\pm(3\% + 5 \text{ dígitos})$ acima
Tensão AC (50–500 Hz)	750 V	1 V	$\pm(1\% + 4 \text{ dígitos})$
Tensão DC	1.000 V	1 V	$\pm(0,5\% + 1 \text{ dígito})$
Resistência	200 Ω	0,1 Ω	$\pm(1\% + 3 \text{ dígitos})$
	2 k Ω	1 Ω	$\pm(1\% + 1 \text{ dígito})$

Condições: calibração anual, 18 a 28 °C, umidade relativa até 80 %. Tensão e corrente AC especificadas para onda senoidal (não é True RMS). Categoria: CAT II – 1000 V.

Como ler “ $\pm(2\% + 5 \text{ dígitos})$ ”

“Dígitos” são múltiplos da resolução. Na escala de 200 A, 5 dígitos = $5 \times 0,1 \text{ A} = 0,5 \text{ A}$. Para a leitura de 26,4 A do chuveiro:

$$\pm(0,02 \times 26,4 + 0,5) \approx \pm 1,0 \text{ A} \Rightarrow \text{corrente real entre } 25,4 \text{ A e } 27,4 \text{ A}.$$

Numa leitura de 1,2 A na mesma escala, o erro também é de uns 0,5 A, ou seja, mais de 40 %. Por isso, correntes pequenas se medem na escala de 20 A.

Técnica de medição

Um único condutor por vez, centralizado na garra, com a garra bem fechada e afastada dos outros fios. Em correntes pequenas, faixa de 20 A.

A teoria por trás — o que se esconde no alicate

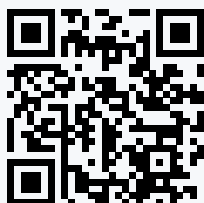
O VA-910 mede pelo **valor médio** e mostra o resultado como se a corrente fosse senoidal. Com outras formas de onda, a leitura tem um erro que **não aparece no display**:

Forma de onda	Erro do VA-910	Exemplo de carga
Senoidal	≈ 0	Chuveiro, ferro de passar
Quadrada	$\approx +11\%$	Inversores de onda quadrada
Pulsos estreitos	pode passar de -30%	Fontes chaveadas, LED, TV, carregadores

O porquê desses números, as fórmulas, a comparação com um alicate True RMS, mostrando outras medidas com equipamento, definindo formas de onda AC e DC entre outras informações estão no **Módulo 2 (pago)**.

Começo: a casa, o relógio de luz e a ligação em estrela

Videoaula 2



Duração: 12 minutos e 38 segundos

Vídeo: <https://youtu.be/duBIcIgri0c>

Ao final desta aula você vai saber:

- ler a placa de um medidor de energia eletrônico;
- reconhecer uma ligação trifásica em estrela, 127/220 V;
- identificar disjuntor geral, DPS, neutro e terra na caixa de entrada.



Figura 2.1: Caixa do padrão de entrada da residência: disjuntor geral, três DPS e condutores.

2.1 O relógio de luz: Eletra ZEUS 8023-NG

O “relógio” desta casa é um medidor eletrônico da concessionária CPFL, fabricado em novembro de 2025. Tudo o que importa está escrito na placa:



Figura 2.2: Medidor Eletra ZEUS 8023-NG da CPFL. Leia a placa junto com a tabela abaixo.

Na placa	O que significa
Classe B	Exatidão de $\pm 1\%$ em energia ativa, pelo regulamento do Inmetro. Adequada para faturamento residencial.
3 Elem. 3 Fases 4 Fios	Mede três fases e o neutro. Cada “elemento” multiplica a tensão de uma fase (em relação ao neutro) pela corrente daquela fase.
120 V, 240 V – 60 Hz	Medidor multitensão. A tensão de verificação é 127/220 V.
15(120) A	Corrente de referência de 15 A (usada nos ensaios) e máxima de 120 A, em ligação direta.
Kh = 1 Wh/p	Cada piscada do LED de energia ativa vale 1 Wh. Dá para medir potência contando piscadas!
L1, L2, L3 com setas	Indicação de presença e sentido da energia em cada fase.
Direta / reversa, postos tarifários	Mede energia nos dois sentidos (pronto para energia solar) e por horário (Tarifa Branca).
Porta óptica e RS-232	Leitura e programação pela concessionária. Tudo lacrado.

Conferindo a potência pelo próprio relógio

Como cada piscada vale 1 Wh, basta contar as piscadas durante um minuto:

$$P \text{ [W]} = \text{piscadas em 1 minuto} \times 60.$$

Com cerca de 6 kW ligados, o LED pisca umas 100 vezes por minuto. É uma segunda medição, independente do alicate. Olhe o relógio pelo visor, **sem abrir** a caixa lacrada da concessionária.

► Pause o vídeo e faça

Vá até o relógio da sua casa, desligue o que puder e conte as piscadas em 1 minuto. Depois ligue um aparelho de potência conhecida (um ferro de passar, por exemplo) e conte de novo.

A diferença bate com a potência da placa do aparelho?

2.2 A ligação da casa: trifásica em estrela, 127/220 V

A casa recebe **três fases e um neutro** (3F + N). Do lado da concessionária, o transformador tem o secundário ligado em **estrela**: as três bobinas se unem num ponto comum, que é o **neutro**, aterrado. Daí saem duas tensões:

- entre uma fase e o neutro: cerca de 127 V (tomadas comuns, geladeira, TV);
- entre duas fases: cerca de 220 V (chuveiro, ar-condicionado, forno).

A relação entre elas é $220/127 \approx 1,73 = \sqrt{3}$. Esse número não é coincidência, e a explicação dele é um dos primeiros assuntos do Módulo 2.

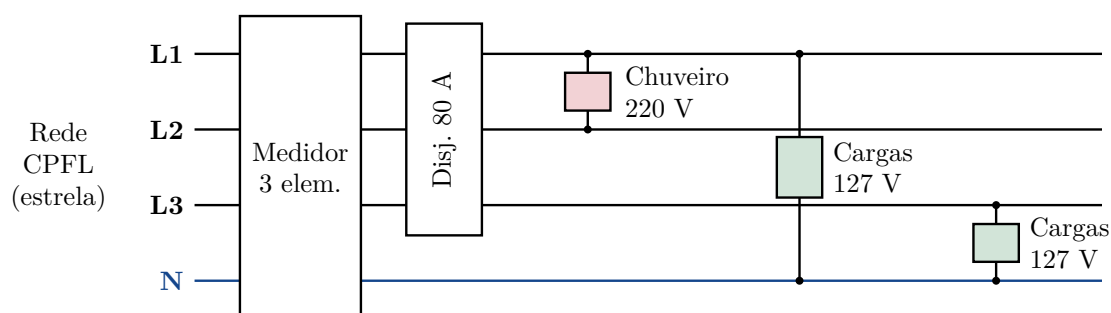


Figura 2.3: Esquema simplificado da casa: o chuveiro fica entre duas fases (220 V); geladeiras, TVs e eletrônicos ficam entre fase e neutro (127 V).

2.3 O que tem na caixa de entrada

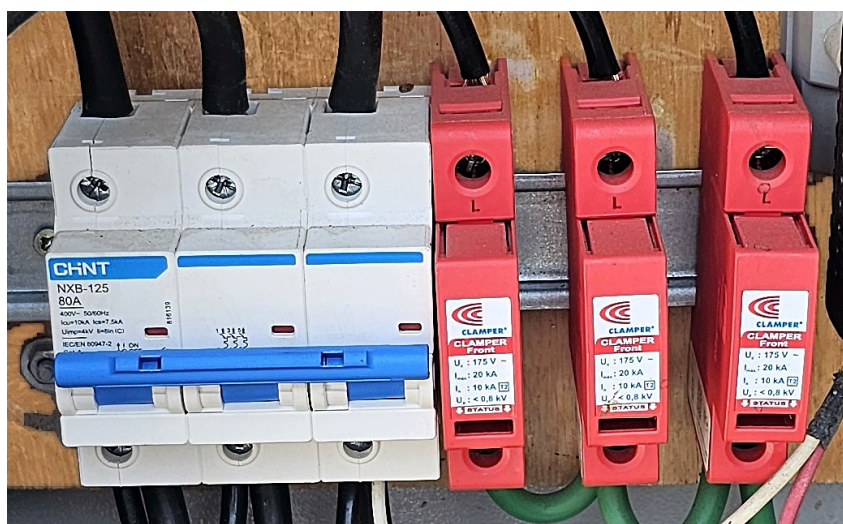


Figura 2.4: Disjuntor geral CHINT NXB-125 de 80 A e três DPS Clamper Front.

- **Disjuntor geral tripolar CHINT NXB-125, 80 A, curva C**, com capacidade de interrupção de 10 kA. Protege a entrada. O medidor aguenta até 120 A, então está tudo dentro da faixa.

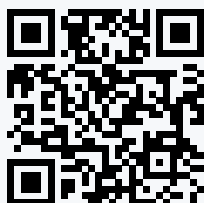
- **Três DPS Clamper Front, classe II**, um por fase, ligados ao terra (fios verdes). Eles desviam para a terra os surtos de raios e manobras. Dados de placa: $U_c = 175 \text{ V}$, $I_n = 10 \text{ kA}$, $I_{max} = 20 \text{ kA}$, $U_p < 0,8 \text{ kV}$. Para uma rede de 127 V fase-neutro, a escolha é correta.
- **Fio verde**: condutor de proteção (terra). **Fio azul**: neutro, pela cor normalizada, mas sempre confirme com medição de tensão.

O olho do eletricista: o que apontar num laudo

Nesta caixa real encontramos uma tomada e um carregador de campainha instalados dentro do padrão de entrada, emendas com fita isolante e bornes sem tampa de proteção. Nada disso impede as medições, mas tudo isso merece revisão conforme a norma de fornecimento da concessionária e a NBR 5410.

Meio: o consumo de base durante o dia

Videoaula 3



Duração: 8 minutos e 24 segundos

Vídeo: <https://youtu.be/Paie4n-I9dM>

Ao final desta aula você vai saber:

- medir tensões entre fases e correntes de cada fase;
- entender o que é o consumo mínimo constante de uma casa;
- perceber os limites do alicate em correntes muito pequenas.

A casa “parada”

Durante o dia, ninguém estava tomando banho nem usando forno. Mas a casa não estava desligada: havia **duas geladeiras** funcionando, **duas TVs em *stand-by***, a **máquina de lavar roupas** ligada na tomada sem lavar, roteador de internet e alguns carregadores. É o chamado **consumo mínimo constante**: aquele que o relógio registra 24 horas por dia.

3.1 As tensões da entrada

Primeiro, com as pontas de prova na faixa 750V~, medir as tensões entre fases nos bornes do disjuntor geral:

Par de fases	Tensão medida	Fase-neutro equivalente ($\div \sqrt{3}$)
L1 – L2	218 V	≈ 126 V
L2 – L3	215 V	≈ 124 V
L3 – L1	217 V	≈ 125 V

A média, cerca de 217 V, está dentro da faixa considerada adequada pela ANEEL (PRODIST, Módulo 8) para redes de 220/127 V.



L1-L2: 218 V



L2-L3: 215 V



L3-L1: 217 V

3.2 As correntes de cada fase

Com o alicate na faixa de 200 A, abraçamos um condutor por vez, logo abaixo do disjuntor geral:

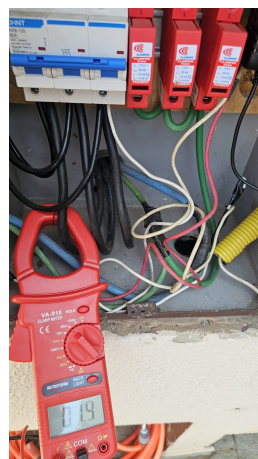
Condutor	1ª rodada	2ª rodada
Fase L1	1,1 A	1,2 A
Fase L2	0,0 A	0,0 A
Fase L3	2,5 A	1,9 A
Neutro (condutor identificado com fita)	—	0,6 A



L1: 1,2 A



L2: 0,0 A



L3: 1,9 A



Neutro: 0,6 A

3.3 O que essas medidas contam

A fase L2 está vazia. Nenhuma carga de 127 V está ligada nela. Guarde essa informação: ela vai ser a chave para descobrir onde o chuveiro está ligado.

L1 e L3 carregam a casa. As geladeiras, TVs, lavadora e eletrônicos estão distribuídos entre essas duas fases. A potência aparente de base fica em torno de

$$S \approx 126 \text{ V} \times (1,2 + 1,9) \text{ A} \approx 390 \text{ VA} \quad \text{a} \quad 126 \text{ V} \times (1,1 + 2,5) \text{ A} \approx 450 \text{ VA}.$$

Por que L3 variou de 2,5 A para 1,9 A? Porque a geladeira não funciona o tempo todo. O compressor liga e desliga conforme o termostato, e a corrente da fase acompanha esse ciclo. As medidas foram feitas em momentos diferentes, e o alicate simplesmente registrou essa variação.

E o *stand-by*? Uma TV moderna em *stand-by* consome cerca de 1 W, ou uns 8 mA em 127 V. Isso fica abaixo da resolução do alicate até na faixa de 20 A. Para medir *stand-by*, use uma tomada medidora de energia ou o método das piscadas no relógio, com o resto da casa desligado.

Quanto custa o consumo de base?

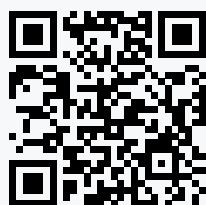
Um consumo contínuo de 300 W representa $0,3 \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 30 \text{ dias} = 216 \text{ kWh}$ por mês. Multiplique pela tarifa da sua conta. É por isso que vale a pena conhecer o que fica ligado 24 horas por dia.

A teoria por trás — o mistério do neutro

Se todas as cargas fossem de 127 V, o neutro deveria carregar a “sobra” das três fases. Mas essa sobra não é uma conta de somar comum: as correntes das fases estão defasadas de 120° . Fazendo a conta com fasores, com $L1 = 1,2 \text{ A}$, $L2 = 0$ e $L3 = 1,9 \text{ A}$, o neutro deveria ter cerca de **1,7 A**. O alicate mostrou **0,6 A**. Por quê? Existem cargas de 220 V escondidas? As fontes eletrônicas mudam o ângulo da corrente? É o limite do instrumento? E como fazer os cálculos de consumo de uma residência? As respostas estão no Módulo 2.

Meio: ligando o chuveiro no mais quente

Videoaula 4



Duração: 12 minutos

Vídeo: <https://youtu.be/gJXawMqHw4s>

Ao final desta aula você vai saber:

- descobrir como uma carga está ligada só medindo correntes;
- comparar a medição com os dados de placa do aparelho;
- calcular a energia e o custo de um banho.

O momento do banho

Com o alicate já abraçando um condutor, alguém abriu o chuveiro com o seletor na **posição mais quente** (a terceira marca). O display saltou na hora. Repetimos o procedimento para cada fase.

4.1 O chuveiro

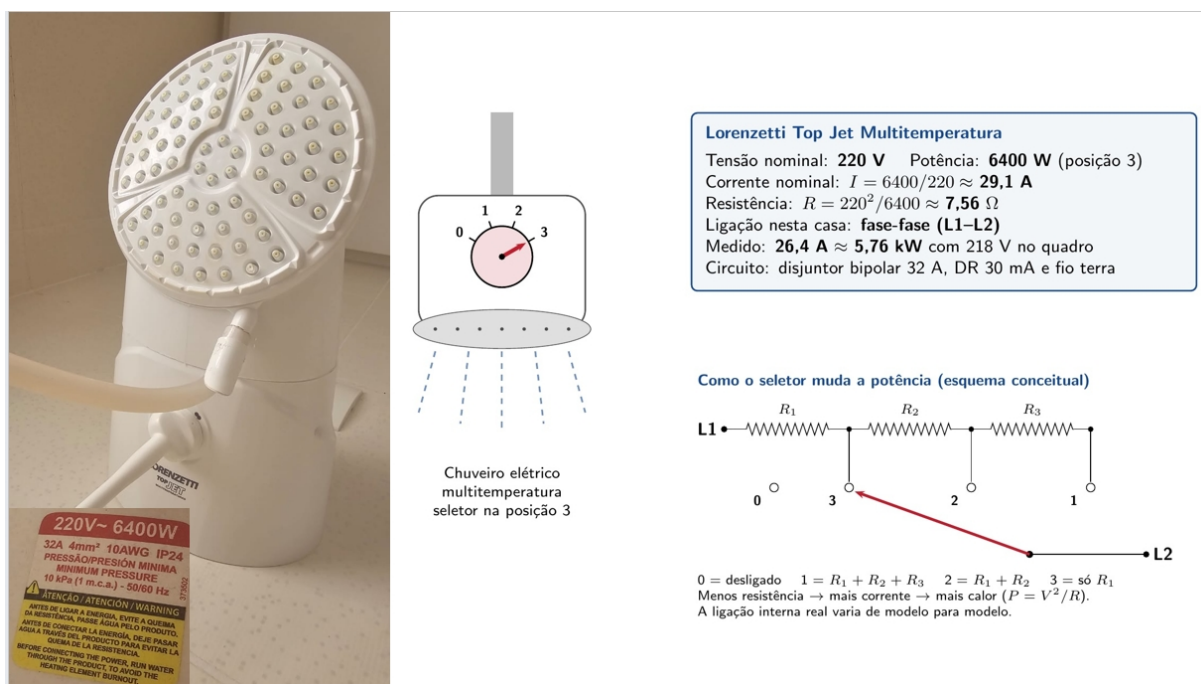


Figura 4.1: Chuveiro Lorenzetti Top Jet Multitemperatura, 220 V – 6400 W.

O chuveiro é um **Lorenzetti Top Jet Multitemperatura, 220 V – 6400 W**. No modelo multitemperatura, o seletor escolhe trechos diferentes da resistência por meio de contatos. Não há eletrônica de potência, e isso tem uma consequência importante: a corrente é uma senoide limpa, e o VA-910 mede corretamente mesmo sem ser True RMS.

Pelos dados de placa, na posição mais quente e em 220 V:

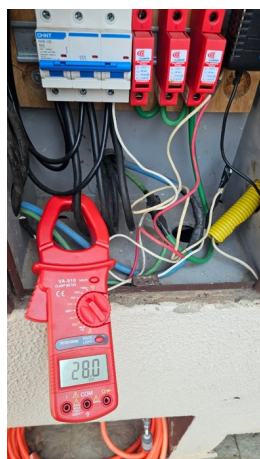
$$I_n = \frac{P_n}{U_n} = \frac{6400}{220} \approx 29,1 \text{ A} \quad R = \frac{U_n^2}{P_n} = \frac{220^2}{6400} \approx 7,56 \, \Omega$$

4.2 As medidas

Condutor	Antes	Com o chuveiro	Acréscimo
Fase L1	1,1 A	28,0 A	+26,9 A
Fase L2	0,0 A	26,4 A	+26,4 A
Fase L3	2,5 A	2,0 A	−0,5 A



L1 antes: 1,1 A



L1 depois: 28,0 A



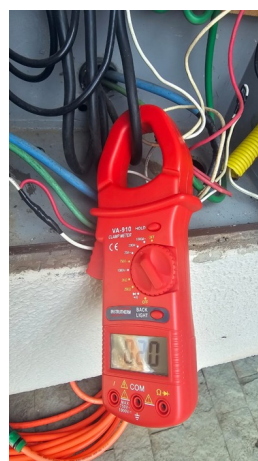
L2 antes: 0,0 A



L2 depois: 26,4 A



L3 antes: 2,5 A



L3 depois: 2,0 A

► Pause o vídeo e faça

Antes de ler a próxima seção, olhe só a tabela acima e responda: entre quais condutores o chuveiro está ligado? Em quanto tempo você chegou à resposta?

4.3 Onde o chuveiro está ligado?

Três pistas resolvem o caso:

1. **Duas fases subiram juntas**, cerca de 26 A cada. Numa carga entre duas fases, a mesma corrente entra por uma e sai pela outra.
2. **A terceira fase não reagiu**: ela até caiu 0,5 A.
3. **A potência bate com 220 V**: $218 \text{ V} \times 26,4 \text{ A} \approx 5,8 \text{ kW}$. Se fosse 127 V, a mesma corrente daria só 3,4 kW.

Conclusão

O chuveiro está ligado entre as fases **L1 e L2**, em **220 V**. A fase L2, que estava vazia, carrega **só o chuveiro**: portanto **26,4 A é a corrente do chuveiro**. A fase L1 carrega o chuveiro mais as cargas de 127 V que já estavam nela.

4.4 A medida bate com a placa?

Se o chuveiro tivesse exatamente $7,56 \Omega$, com 218 V no quadro esperaríamos

$$I = \frac{218}{7,56} \approx 28,8 \text{ A}.$$

Medimos 26,4 A, cerca de 8 % a menos. Com o seletor na posição mais quente, sobram duas explicações, que se somam:

1. Tolerância de fabricação. A norma de segurança de aparelhos de aquecimento (IEC 60335-1, base da certificação no Brasil) admite que a potência real fique entre -10% e $+5\%$ da nominal. Para um chuveiro de 6400 W, isso vai de 5.760 W a 6.720 W. A potência que medimos no quadro foi

$$P = 218 \text{ V} \times 26,4 \text{ A} \approx 5.755 \text{ W},$$

praticamente no limite inferior da tolerância.

2. Queda de tensão no circuito. Os 218 V foram medidos no quadro. Até chegar ao banheiro, a corrente percorre ida e volta pelos fios do circuito, que também têm resistência. Com cabo de 4 mm^2 e 20 m de distância, por exemplo, são 40 m de cobre, cerca de $0,17 \Omega$, o que dá uma queda de uns 4,5 V. O chuveiro recebe um pouco menos que 218 V e esquentar um pouco menos.

Como fechar o diagnóstico

Com o chuveiro ligado na posição mais quente, meça a tensão **nos bornes do próprio chuveiro** (com todo o cuidado, ou no ponto de ligação mais próximo). Aí:

$$R_{\text{real}} = \frac{V_{\text{chuveiro}}}{I} \quad P_{\text{real}} = V_{\text{chuveiro}} \times I \quad \text{queda} = V_{\text{quadro}} - V_{\text{chuveiro}}.$$

A NBR 5410 limita a queda de tensão nos circuitos terminais a 4 %, ou seja, cerca de 9 V em 220 V.

4.5 Quanto custa um banho

Com 5,76 kW, um banho de 10 minutos consome

$$E = 5,76 \text{ kW} \times \frac{10}{60} \text{ h} \approx 0,96 \text{ kWh}.$$

Guarde este número: **cada banho de 10 minutos no “quente” custa cerca de 1 kWh**. Uma família com quatro banhos por dia gasta uns 115 kWh por mês só no chuveiro, mais que o consumo de base da casa inteira em muitos casos.

4.6 O circuito do chuveiro

Para uma corrente nominal de 29 A, a combinação usual é:

- **disjuntor bipolar de 32 A** dedicado ao chuveiro;
- **cabo de 4 mm² ou 6 mm²**, conforme a distância e o modo de instalação (6 mm² dá folga e reduz a queda de tensão). Confira a tabela do manual do chuveiro;
- **DR de 30 mA**, exigido pela NBR 5410 para circuitos que atendem banheiros;
- **fio terra ligado** ao chuveiro. Sempre.

A teoria por trás — $1,1 + 26,4$ não dá 28,0 A?

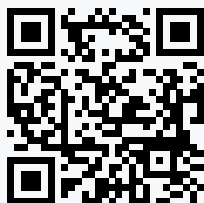
Na fase L1, havia 1,1 A e o chuveiro acrescentou sua corrente. Somando direto, daria 27,5 A. Mas a corrente do chuveiro, que está entre duas fases, fica **defasada de 30°** em relação à corrente das cargas de 127 V daquela fase. A soma correta é feita com fasores:

$$|I_{L1}| = \sqrt{26,4^2 + 1,1^2 + 2 \times 26,4 \times 1,1 \times \cos 30^\circ} \approx 27,4 \text{ A}.$$

O alicate mostrou 28,0 A, dentro da incerteza de ± 1 A do instrumento. De onde vêm esses 30°? No Módulo 2 (pago), todas essas variáveis são explicadas em detalhe.

Fim: juntando as peças

Videoaula 5



Duração: 8 minutos e 48 segundos

Vídeo: <https://youtu.be/3SojoKfjcAY>

Ao final desta aula você vai saber:

- revisar a história completa da medição;
- usar um checklist de campo profissional;
- conferir os resultados antes de concluir.

5.1 A história completa em um quadro

Etapa	O que descobrimos
O instrumento	VA-910: corrente CA pela garra, faixas manuais, valor médio, CAT II. Ótimo para cargas resistivas; para correntes pequenas, faixa de 20 A.
O relógio	Eletra ZEUS 8023-NG, 3 elementos, 3 fases, 4 fios, classe B, 1 Wh por piscada.
A ligação	Trifásica em estrela com neutro aterrado, 127/220 V. Tensões medidas: 215 a 218 V.
A casa “parada”	390 a 450 VA de base: duas geladeiras em ciclo, <i>stand-by</i> e eletrônicos, em L1 e L3. L2 vazia.
O chuveiro	Entre L1 e L2, em 220 V. 26,4 A, cerca de 5,76 kW, na faixa inferior da tolerância de um 6400 W.
O banho	10 minutos no “quente” $\approx$ 1 kWh.

5.2 Uma lição de engenharia: confira sempre

Cada conclusão desta apostila foi conferida em quatro fontes: a leitura do instrumento, a fotografia da medição, os dados de placa e a conta.

A regra do bom técnico

Instrumento, fotografia, dado de placa e conta: as quatro coisas precisam contar a mesma história. Quando uma delas discorda, é ali que está o aprendizado ou o problema.

5.3 Checklist de campo

1. Identifique a ligação: meça as tensões fase-fase e fase-neutro.
2. Leia a placa do medidor e do disjuntor geral.
3. Meça cada condutor, um por vez, com a faixa certa.
4. Anote o consumo de base *antes* de ligar a carga em estudo.
5. Ligue a carga e meça de novo. A diferença é a carga.
6. Confira com a placa do aparelho, considerando tolerância e queda de tensão.

7. Confira pelo relógio, contando piscadas.
8. Registre tudo com foto, data e hora.

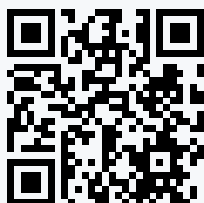
5.4 Exercícios

1. Um chuveiro de 5500 W em 220 V: qual a corrente nominal? E a resistência?
2. Com o alicate na faixa de 200 A, você lê 0,8 A numa geladeira. Por que a leitura é pouco confiável e como melhorar?
3. Você abraça o cabo inteiro de uma máquina de lavar e lê 0,3 A. O que isso indica?
4. O LED do medidor pisca 60 vezes em um minuto. Qual a potência ligada na casa?
5. Quantos kWh gasta por mês uma família com três banhos de 8 minutos por dia num chuveiro de 5,8 kW?

As respostas estão no final da apostila.

O próximo passo: a teoria por trás das medidas

Videoaula 6



Duração: 13 minutos e 4 segundos

Vídeo: <https://youtu.be/dP4wuRLtL0w>

Ao final desta aula você vai saber:

- reconhecer as perguntas que o Módulo 1 deixou em aberto;
- ver um primeiro diagrama de fasores;
- conhecer o conteúdo do Módulo 2 e como participar.

6.1 O que ficou sem resposta

Ao longo deste módulo, quatro perguntas ficaram em aberto:

- Por que $220/127 = \sqrt{3}$?
- Por que a fase L1 mostrou 28,0 A e não 27,5 A?
- Por que o neutro tinha só 0,6 A, se a conta simples dava 1,7 A?
- Por que o alicate de valor médio erra com fontes eletrônicas?

As três primeiras têm a mesma resposta: **em corrente alternada, tensões e correntes se comportam como vetores girantes, os fasores**. A quarta é assunto de **eletrônica básica**: retificação, valor médio e valor eficaz. O diagrama abaixo é um aperitivo.

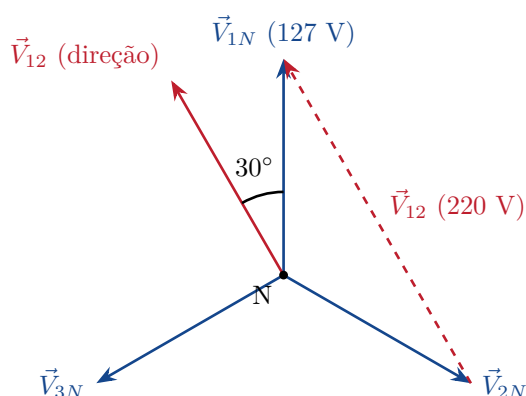


Figura 6.1: Fasores das tensões fase-neutro (azul) e da tensão entre fases $\vec{V}_{12}$ (vermelho). A tensão entre fases é $\sqrt{3}$ vezes maior e está adiantada 30° em relação à tensão de fase: é daí que vêm o fator 1,73 e o ângulo de 30° .

O mesmo raciocínio explica o relógio de luz. O chuveiro está entre L1 e L2, mas cada elemento do medidor enxerga tensão fase-neutro. Cada um dos dois registra

$$P = 127 \times 26,4 \times \cos 30^\circ \approx 2,9 \text{ kW},$$

e a soma dá exatamente $220 \times 26,4 \approx 5,8 \text{ kW}$. É o **teorema de Blondel** funcionando na prática: com 4 fios, 3 elementos medem corretamente qualquer combinação de cargas.

6.2 Módulo 2 — A teoria por trás: matemática, fasores e eletrônica básica

O Módulo 2 é o curso completo, pago. Ele pega cada medida real deste módulo e explica o que acontece por trás dela, com a matemática necessária ensinada do zero, passo a passo, a partir das Leis de Ohm e da potência.

Bloco A — Matemática para eletricidade

- A1. Potências de dez, prefixos (m, k, M) e ordem de grandeza.
- A2. Equações e proporções: da Lei de Ohm à potência ($P = VI = RI^2 = V^2/R$).
- A3. Trigonometria sem medo: seno, cosseno e o triângulo retângulo.
- A4. Vetores no plano: soma, módulo e ângulo.
- A5. Números complexos: forma retangular e polar, as quatro operações.

Bloco B — Eletrônica básica

- B1. Tensão, corrente, resistência e as Leis de Kirchhoff.
- B2. Resistores em série e em paralelo; divisores de tensão e de corrente.
- B3. Capacitores e indutores: carga, descarga e reatância.
- B4. Diodos e retificação: meia onda, onda completa e filtro.
- B5. Fontes chaveadas: por que consomem em *stand-by* e deformam a corrente.
- B6. **Por dentro do multímetro:** divisor de entrada, *shunt*, conversor analógico-digital, transformador de corrente da garra e sensor Hall.

Bloco C — Corrente alternada e fasores

- C1. A senoide: amplitude, frequência, período e fase.
- C2. Valor de pico, médio e eficaz; o fator 1,11 e o True RMS.
- C3. Fasores: da senoide ao vetor girante.
- C4. Impedância: circuitos R, L e C em corrente alternada.
- C5. Potências ativa, reativa e aparente; fator de potência.
- C6. Sistema trifásico em estrela e em triângulo: o $\sqrt{3}$ e os 30° .
- C7. Cargas fase-neutro e fase-fase; a corrente de neutro.
- C8. Como o medidor de energia mede: elementos e teorema de Blondel.

Bloco D — Aplicação: a casa real, resolvida

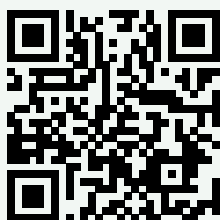
- D1. O mistério do neutro, resolvido com fasores e com os dados reais.
- D2. A corrente de 28,0 A na fase L1, resolvida.
- D3. Dimensionamento pela NBR 5410: capacidade de corrente, queda de tensão, DR e DPS.
- D4. Laudo técnico: como transformar medições em um relatório profissional.

Cada aula do Módulo 2 tem videoaula, apostila, exercícios resolvidos e medições reais.

6.3 Como participar

- **Canal no YouTube:** <http://www.youtube.com/@LeviSilva-k7h> — vídeos técnicos gratuitos.
- **Playlist do curso (7 vídeos):** <https://www.youtube.com/playlist?list=PLUUrjjlDPp3Y>
- **Inscrição no Módulo 2:** envie um e-mail para levisilva@englevi.com.br com o assunto “*Inscrição Módulo 2*”. Valores e datas das turmas sob consulta.
- **Contato:** ENGLEVI — levisilva@englevi.com.br — <https://englevi.com.br/>

Contato pelo WhatsApp



Aponte a câmera

Devido ao grande número de **ligações indesejadas** (*spam* telefônico, telemarketing e tentativas de golpe), pedimos que, **em vez de ligar**, você envie uma **mensagem pelo WhatsApp** contando seu interesse. Retornaremos assim que possível.

Converse com a ENGLEVI no WhatsApp:

<https://wa.me/message/TPZ7LRDAY4VQE1>

**Experiência guardada não serve a ninguém.
Vamos medir, entender e aprender juntos.**

Eng. Levi Rodrigues da Silva — ENGLEVI

APÊNDICE A

Respostas dos exercícios

1. $I = 5500/220 = 25 \text{ A}$; $R = 220^2/5500 = 8,8 \Omega$.
2. Ocupa menos de 1 % da escala. Use a faixa de 20 A, ou dê 10 voltas com o fio na garra (separador $\times 10$) e divida a leitura por 10.
3. Corrente de fuga de 0,3 A: parte da corrente volta por outro caminho (terra ou carcaça). Investigue o isolamento; um DR de 30 mA desligaria esse circuito.
4. $60 \times 60 = 3.600 \text{ W}$.
5. $5,8 \times \frac{3 \times 8}{60} \times 30 \approx 70 \text{ kWh}$ por mês.

APÊNDICE B

Ficha de campo

Imprima esta página e use nas suas medições.

Local: _____ Data: _____ Hora: _____

Tensões

L1-L2	L2-L3	L3-L1	L1-N	L2-N	L3-N

Correntes (faixa usada: _____)

Condutor	Antes	Com a carga	Diferença
L1			
L2			
L3			
N			

Carga em estudo: _____

Potência de placa: _____ Tensão de placa: _____

Piscadas do relógio em 1 minuto — antes: _____ com a carga: _____

Conclusão:
