

PRÁTICAS

PARA A DISCIPLINA

LABORATÓRIO DE INSTALAÇÕES

ELÉTRICAS

APOSTILA DO PROFESSOR

LABORATÓRIO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

APOSTILA DE ENSAIOS DE LAB. DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS – 2º SEM/2014

2º SEM / 2014

**Apostila de ensaios de Lab. de Instalações
Elétricas**

FEAP

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Laboratório Multiuso

1ª. edição

Sumário

Cronograma dos Ensaio no primeiro semestre de 2014	Erro! Indicador não definido.
Instruções para utilização dos equipamentos	4
PRÁTICA Nº 1 - Dispositivos de comando de iluminação.....	10
PRÁTICA Nº 2 - Ligação e análise de lâmpadas fluorescentes.....	15
PRÁTICA Nº 3 – Proteção de Instalações Residenciais.....	19
PRÁTICA Nº 4 – Confiabilidade de instrumentos de medição de energia.....	23
PRÁTICA Nº 5 - Consumo de energia de lâmpadas incandescentes e fluorescentes compactas.. ...	Erro! Indicador não definido.
PRÁTICA Nº 6 – O fator de potência e a potência ativa na medição de consumo.....	Erro! Indicador não definido.

Instruções para utilização dos equipamentos

Antes de qualquer coisa precisamos mostrar os principais instrumentos de medição utilizados no nosso laboratório e como são utilizados.

Amperímetro: composto por uma bobina de baixa impedância. É instalado em série com o ramo onde deve ser feita a medição de corrente.

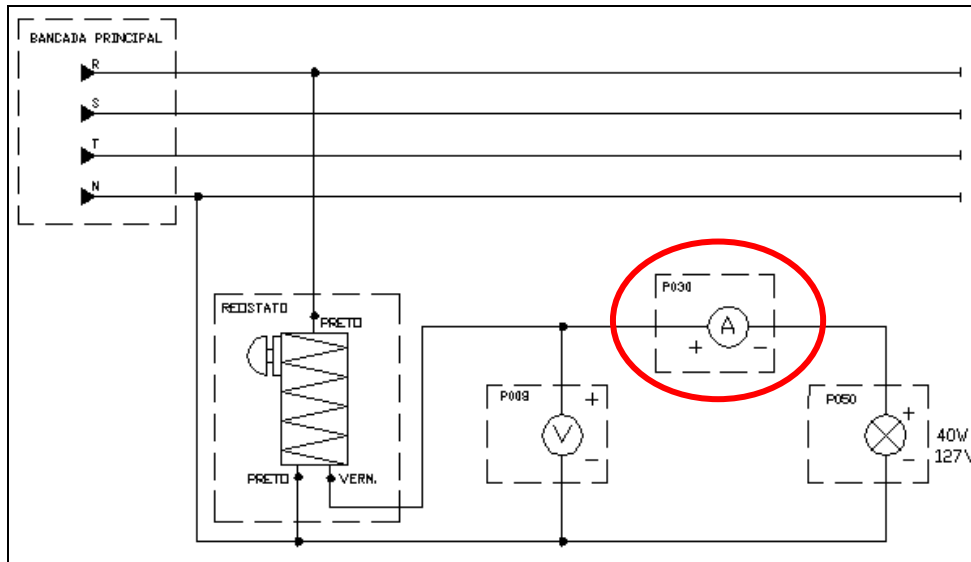


Figura 1 - Esquema de ligação do amperímetro.

Voltímetro: composto por uma bobina de alta impedância. É instalado em paralelo com o ramo onde deve ser feita a medição de tensão.

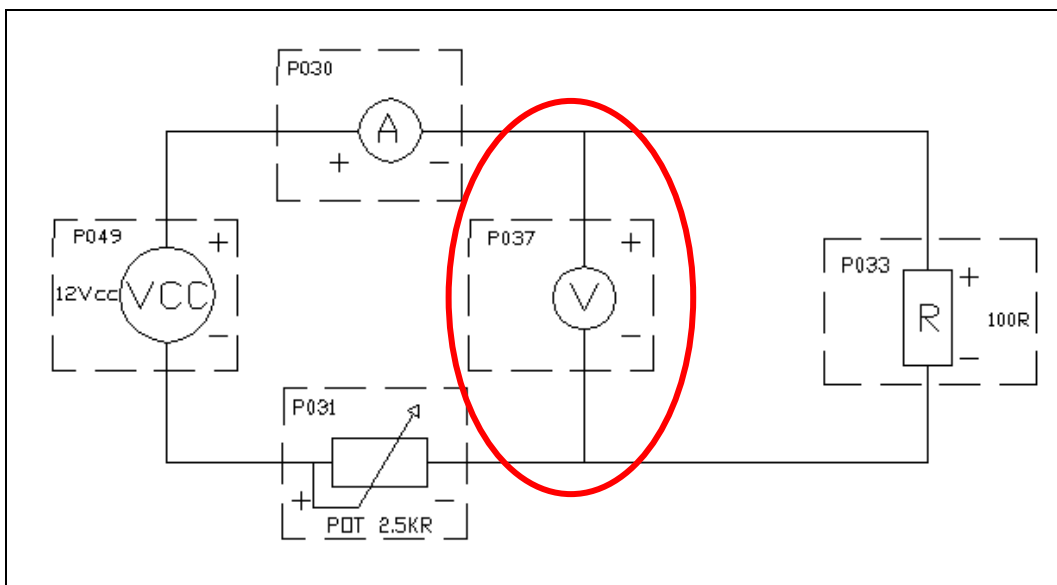


Figura 2 - Esquema de ligação do volômetro.

Multímetro: equipamento que possibilita medição de várias grandezas. Pode ser tanto digital, quanto analógico. Deve ser usado de acordo com a grandeza que está sendo lida, podendo ser corrente (serie), tensão (paralelo), resistência (paralelo) entre outras funções.

Alicate-amperímetro: Realiza a medição a partir dos efeitos do campo magnético da corrente que percorre os condutores. Basta envolver o condutor através do alicate.



Figura 3 - Esquema de medição alicate amperímetro.

Frequencímetro: Assim como o voltmímetro, é usado em paralelo, neste caso com a fonte de tensão.

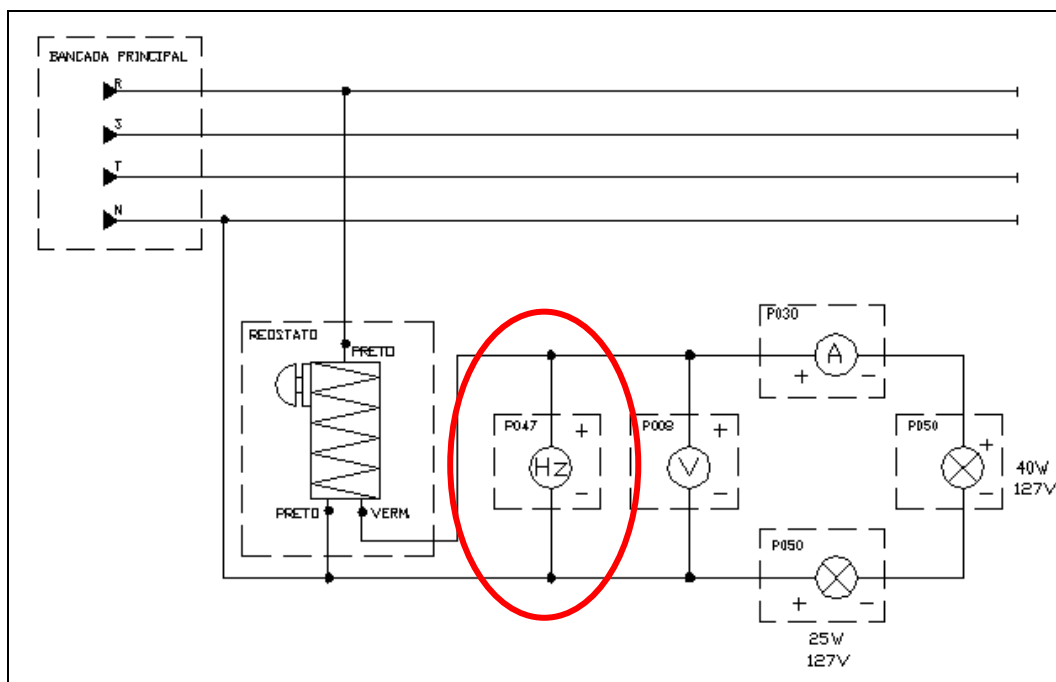


Figura 4 - Esquema de ligação do frequencímetro.

Cossefímetro: é composto por 2 bobinas, uma de alta e outra de baixa impedância. A bobina de baixa impedância é colocada em série com o ponto onde será feita medição e a bobina de alta impedância é colocada em paralelo com o ramo onde está sendo medido.

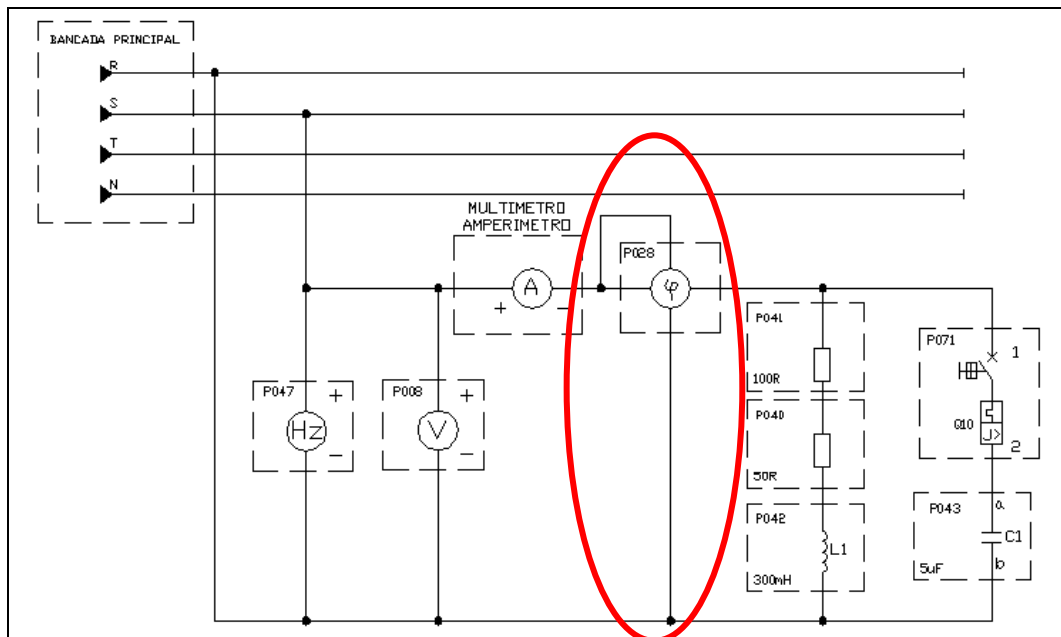


Figura 5 - Esquema de ligação do cossefímetro.

Wattímetro analógico: é composto por 2 bobinas, uma de alta e outra de baixa impedância. A bobina de baixa impedância é colocada em série com o ponto onde será feita medição e a bobina de alta impedância é colocada em paralelo com o ramo onde está sendo medido.

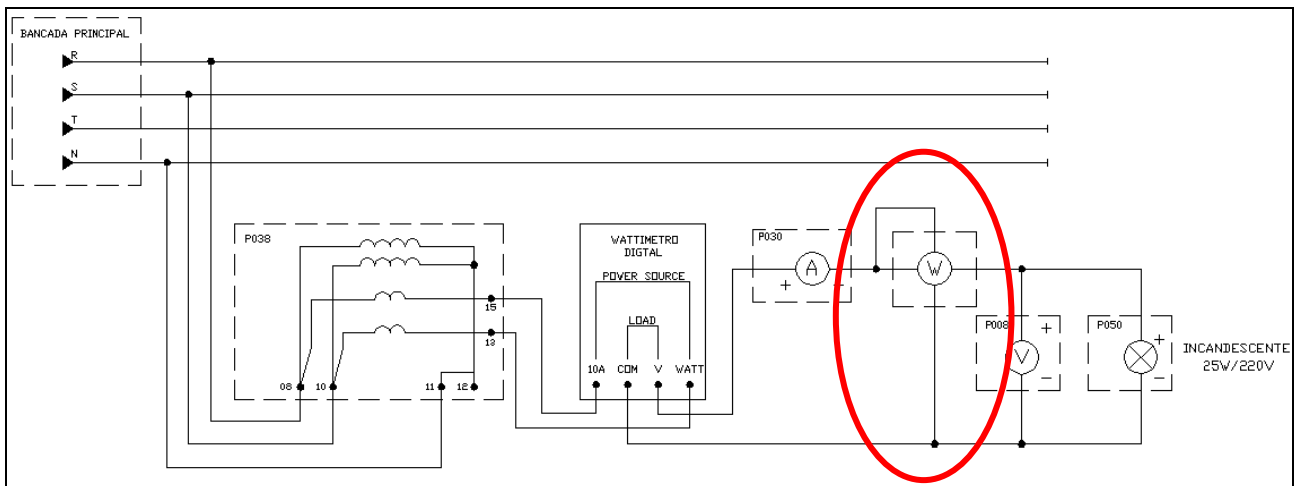


Figura 6 - Esquema de ligação do wattímetro analógico.

Existe outro tipo de wattímetro, o **wattímetro digital**, que também podemos utilizar no laboratório, ele realiza a mesma tarefa, mas seu esquema tem uma lógica diferente, temos os terminais de entrada e os terminais de saída, a figura a seguir mostra isso.

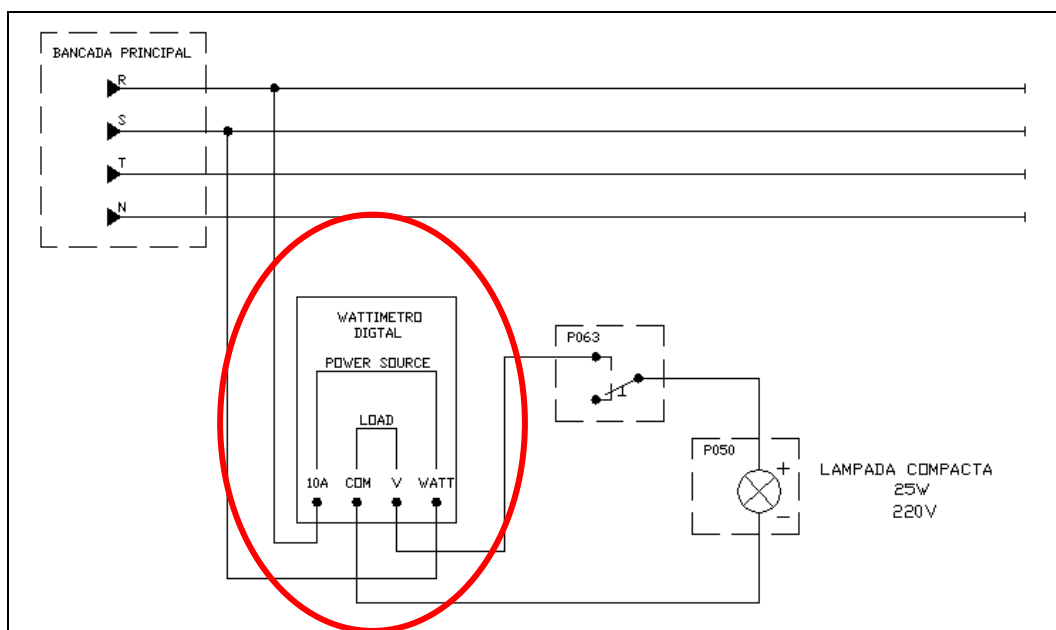


Figura 7 - Esquema de ligação do wattímetro digital.

Medidor de energia: No Laboratório Básico I (Lab. Eletrotécnica) trabalharemos com o medidor BIFÁSICO, ou seja, poderemos medir a potência de até duas fases e o neutro. Nosso medidor possui essencialmente terminais de entrada e saída. Os terminais de entrada são numerados de 8 a 11 e os de saída de 12 a 15, essa numeração pertence ao medidor trifásico dessa forma não utilizaremos dois terminais, um de entrada e um de saída.

Para a medição em uma carga bifásica, alimentaremos a entrada do medidor da seguinte forma:

ENTRADA		SAÍDA	
PINO	FUNÇÃO	PINO	FUNÇÃO
8	Fase	12	Neutro
9	Não é utilizado	13	Fase
10	Fase	14	Não é utilizado
11	Neutro	15	Fase

Tabela 1 - Pinagem medidor de energia BIFÁSICO.

É importante ressaltar que o neutro, mesmo que não seja utilizado, deve estar presente na entrada, já na saída se for usado não faz diferença.

Para uma medição de energia de uma carga monofásica, teremos de escolher um dos terminais de fase da entrada para utilizar, terminal 8 ou 10. Para saída deve ser observado a correspondência dos terminais, isso está melhor definido na tabela a seguir.

ENTRADA	SAÍDA	FUNÇÃO
PINO	CORRESPONDÊNCIA	
8	15	Fase
9	14	Não é utilizado
10	13	Fase
11	12	Neutro

Tabela 2 - Pinagem medidor de energia, correspondencia.

Para uma melhor visualização mostramos o esquema de ligação de um medidor de energia na figura abaixo.

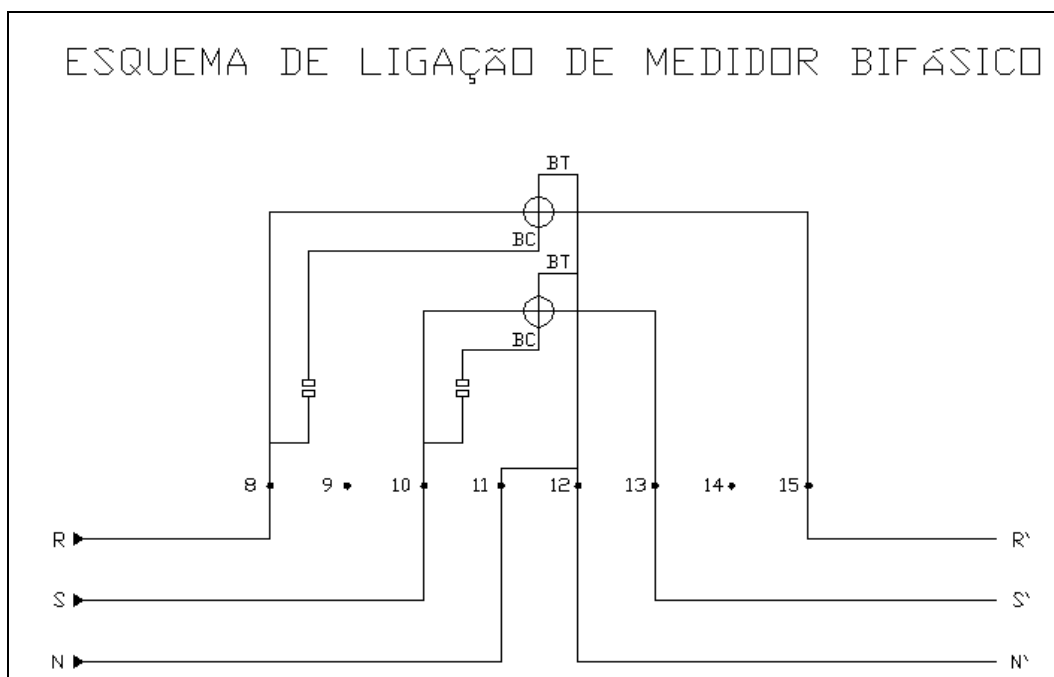


Figura 8 - Esquema de ligação de medidor de energia BIFÁSICO.

Os fundamentos teóricos aqui apresentados têm apenas o objetivo de sintetizar o conteúdo dos ensaios, portanto, não tem o intuito de substituir as bibliografias citadas, sendo assim, cabe ao aluno uma pesquisa e estudo complementar em relação ao material indicado, tanto agora, como no futuro!!!

PRÁTICA Nº 1 - Dispositivos de comando de iluminação.

1. OBJETIVOS

Conhecer os principais dispositivos de acionamento de iluminação.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Uma instalação elétrica residencial deve disponibilizar para os usuários pontos de iluminação, os quais devem ser adequadamente comandados, para maior conforto e segurança. A quantidade e disposição desses pontos é dada através de normas da ABNT, que sistematiza também a simbologia empregada em projetos.

2.1 Principais tipos de Interruptores

Interruptores Simples: é a forma mais elementar de comandar uma lâmpada. Ligada em série no circuito, interrompe o funcionamento pela separação de seus contatos. Pode ser simples ou duplo, podendo ter ainda um ponto de tomada de força de uso geral acoplado.

Interruptores *Three-Way*: para maior conforto dos usuários, recomenda-se que cômodos de grande área, com mais de uma passagem para acesso, utilizem esses interruptores (um par) para que a iluminação possa ser comandada de dois pontos diferentes.

Interruptores *Four-way*: é uma extensão de conceito de *three-way*, pois permite que o mesmo ponto de luz seja comandado por diferentes pontos. É usado principalmente em corredores longos, com muitas passagens e acesso.

Interruptores Inteligentes: são sistemas de comando que dispensam a interferência do usuário para o acionamento da iluminação. Esses sistemas podem acionar quando detectam baixa luminosidade ambiente (células fotoelétricas), presença de usuário corpos (sensores de presença) ou acionarem por um tempo determinado (minuterias e horímetros).




2.2 Normalização das Cores dos Condutores

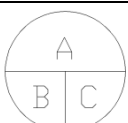
A energia elétrica pode ser fornecida a 2,3 ou 4 fios, sendo necessário que haja identificação em cada tipo de condutores:

- **Fase:** branco, vermelho ou cinza (alimentam as tomadas e os interruptores);
- **Neutro:** azul claro (é o “caminho de volta” da corrente que sai de lâmpadas e tomadas);
- **Terra:** verde ou verde-amarelo (são os condutores de proteção);
- **Retorno:** preto (são usados entre os interruptores e lâmpadas comandadas);

3. SIMBOLOGIA

A seguir estão alguns símbolos utilizados na maioria dos projetos elétricos, inclusive os diagramas que seguem:

Símbolo	Significado
	Eletroduto Embutido no teto ou Parede
	Eletroduto embutido no Piso
	Condutor Fase no interior do eletroduto

Símbolo	Significado
	Ponto de iluminação A=potência



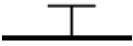



	Condutor Neutro no interior do eletroduto
	Condutor de Retorno no interior do eletroduto
	Condutor Terra (Proteção) no interior do eletroduto
	Interruptor de 1 seção
	Interruptor paralelo ou Three-Way
	Interruptor Intermediário ou Four-Way

Tabela 3 Símbolos Projetos Elétrico

	máxima da lâmpada; B =ponto de comando (interruptor); C =número do circuito
--	---

4. MATERIAL UTILIZADO

- 2 interruptores 3 vias para ligação paralelo (*Three-Way*), pode ser usado também como interruptor simples (*P063*);
- 1 interruptor intermediário (*Four-Way*) (*P064*);
- 1 relé fotoelétrico (*P066*);
- 1 receptáculo para lâmpadas (*P050*);
- 2 lâmpadas incandescentes com tensão nominal de 127 V.

5. EXECUÇÃO

Interruptor Simples

5.1 Monte o circuito da **Figura 2** e avalie o funcionamento do interruptor simples;

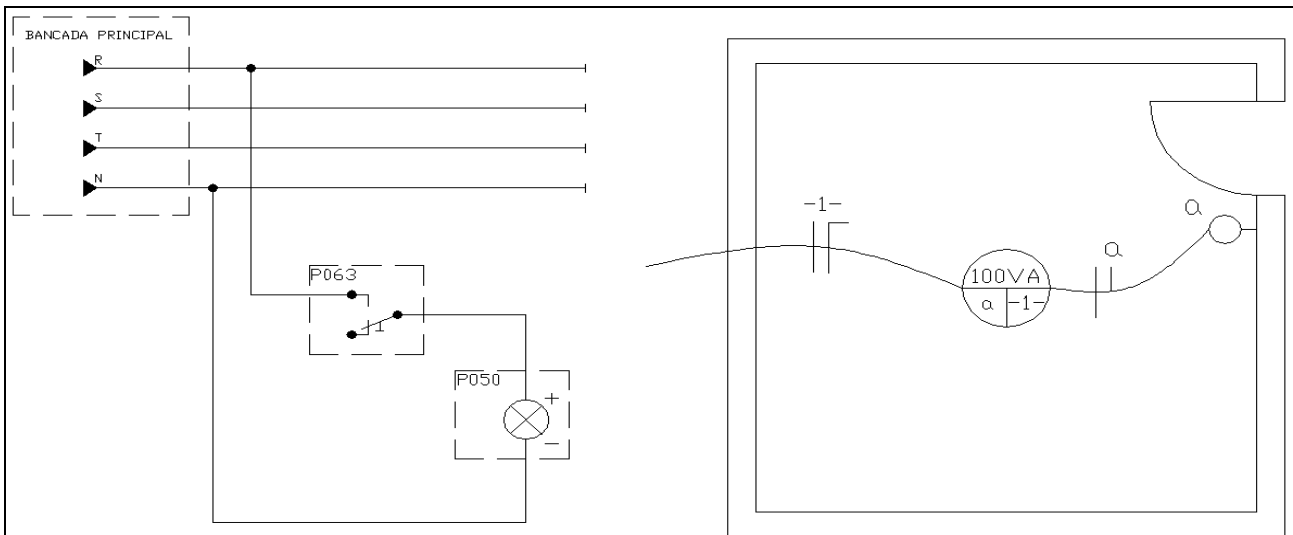


Figura 2 – Ligação de interruptor simples ligando uma lâmpada e diagrama unifilar.

5.2 Monte o circuito da **Figura 2** e avalie o funcionamento do interruptor simples comandando duas lâmpadas diferentes;

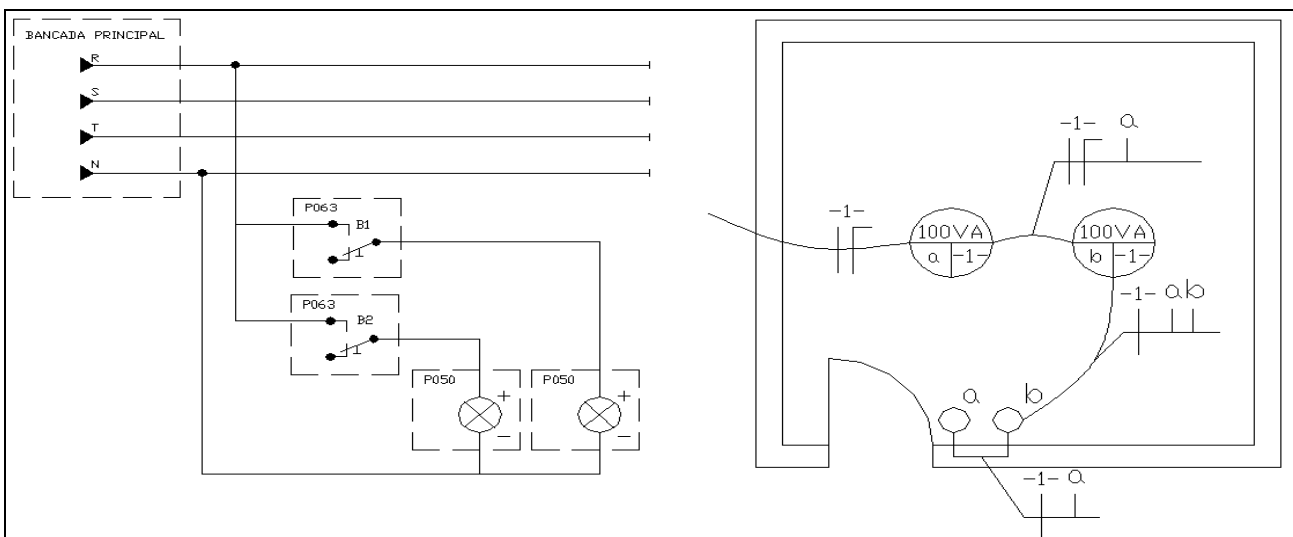


Figura 2 – Ligação de interruptor simples ligando lâmpadas diferentes.

5.3 Monte o circuito da **Figura 3** e avalie o funcionamento do comando de uma lâmpada de dois lugares diferentes (*Three-Way*);

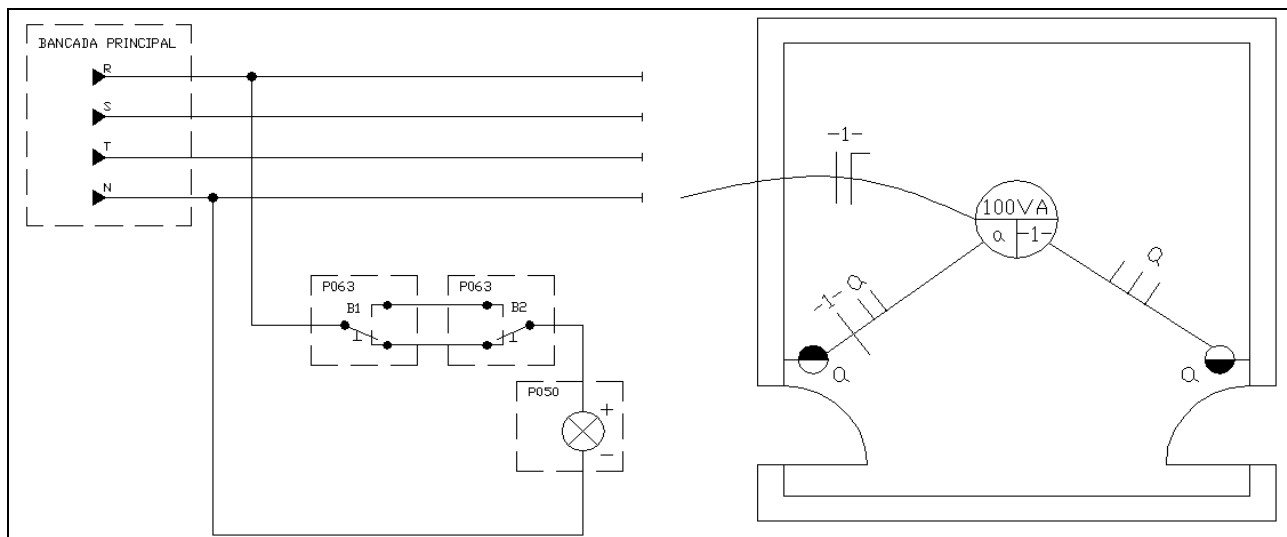


Figura 3 – Ligação de interruptor *three-way* ligando uma lâmpada – dois pontos de comando e diagrama unifilar.

5.4 Monte o circuito da **Figura 4** e avalie o funcionamento do comando de uma lâmpada de três lugares diferentes (*Four-way*);

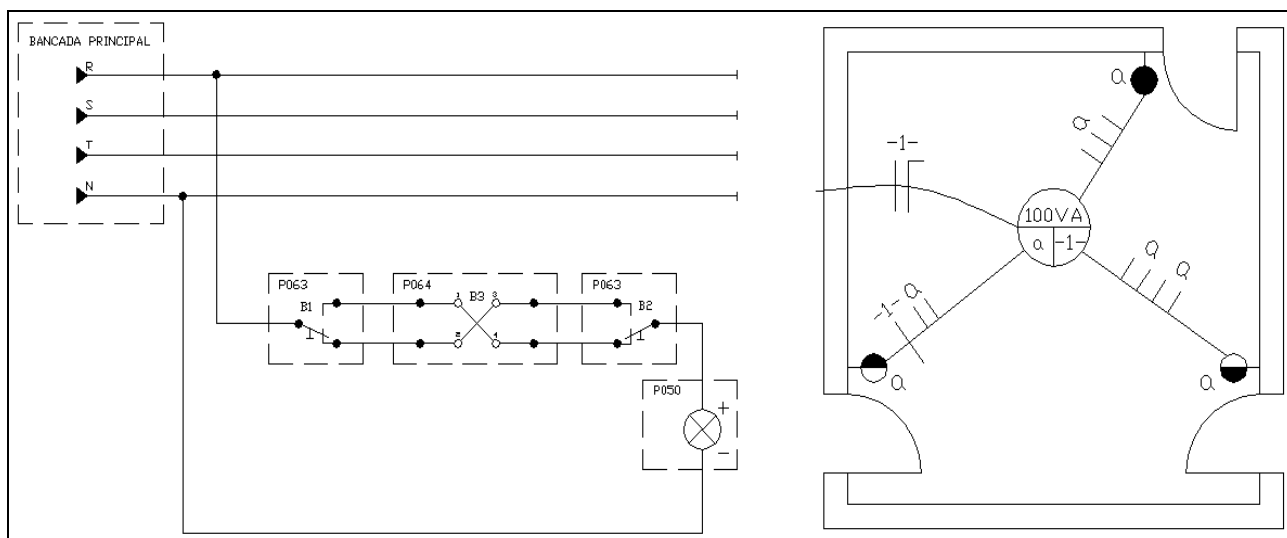


Figura 4 – Ligação de interruptor *four-way* ligando uma lâmpada – três pontos de comando e diagrama unifilar.

5.5 Monte o circuito da **Figura 5** e avalie o funcionamento do comando de uma lâmpada através de uma célula fotoelétrica.

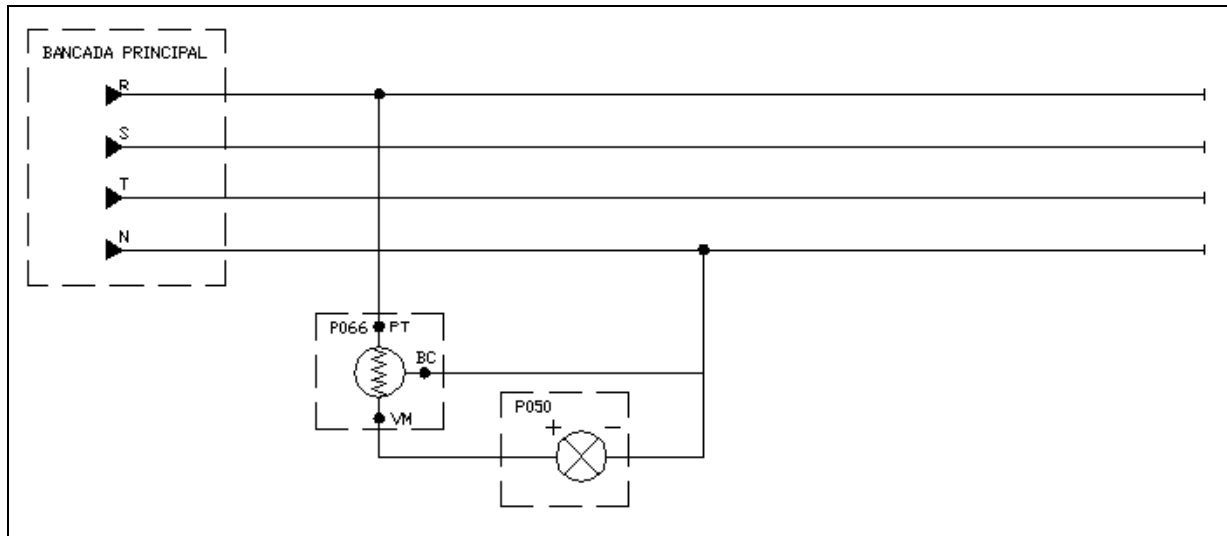


Figura 5 – Ligação de uma lâmpada usando célula fotoelétrica.

6. DISCUSSÃO

6.1 Sabendo-se que um circuito em uma instalação deve ter no máximo 1200 W, calcule, pelas relações da Lei de Ohm, quantas lâmpadas de 100W e quantas tomadas de uso geral (TUG) para 100W cada uma podemos alimentar, visto que o circuito alimentará três quartos de uma casa, e devemos ter, pela área dos quartos, duas TUG`s em cada quarto.

6.2 Os disjuntores são elementos usados para proteger os condutores da instalação contra a sobre corrente. Sabemos que um chuveiro de 4400W, dimensionado para uma tensão de 127 V, deve ter seus condutores protegidos por um disjuntor com capacidade de 40 A. Qual deve ser o disjuntor para proteger os condutores de um chuveiro de mesma potência, especificado para 220 V? Observe que os disjuntores estão disponíveis em correntes de 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 90, 100 A, além de faixas superiores, e podem ser monofásicos, bifásicos ou trifásicos.

7. BIBLIOGRAFIA

[1] Cavalin, Geraldo – Instalações Elétricas Prediais - 14ª edição, São Paulo, Editora Érica LTDA, 2006;

PRÁTICA N° 2 - Ligação e análise de lâmpadas fluorescentes.

1. OBJETIVOS

Conhecer os métodos de acionamento de lâmpadas fluorescentes.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Lâmpadas Fluorescentes

A iluminação fluorescente e outros tipos de iluminação por descarga se baseiam no comportamento dos átomos de um gás, quando este é percorrido por uma corrente elétrica dentro de um bulbo de vidro. Esta corrente faz com que esses átomos adquiram velocidade, chocando-se contra as paredes internas do bulbo, o que produz dissipação de energia na forma de luz.

As lâmpadas que produzem luz segundo este efeito requerem equipamentos especiais para sua instalação, devido ao fato de não produzirem luz instantaneamente quando ligadas estes equipamentos são os reatores.

2.1.1 Características da Iluminação por lâmpadas fluorescentes

A lâmpada é um tubo, preenchido por um gás inerte a baixa pressão com quatro eletrodos, dois de cada lado. Para a partida, deve-se aquecer esses eletrodos ionizando o gás até que ocorra uma descarga de elétrons de um lado para o outro do tubo, o que produz a luz. O reator destina-se controlar a corrente circulante, pois a lâmpada depois de acesa funciona como um curto-circuito. É muito usado e de grande eficiência.

2.1.2 Reatores para Lâmpadas Fluorescentes

O reator é um aparelho indutor com núcleo de cobre que transforma a tensão da rede na potência adequada. Sua aplicação mais comum é com lâmpadas fluorescentes tubulares, geralmente são eletromagnéticos. Nas lâmpadas compactas, é usado um reator eletrônico embutido à sua base.

2.2 Fluxo Luminoso

É a radiação total emitida em todas as direções por uma fonte luminosa de luz que pode produzir estímulo visual. Estes comprimentos de onda estão compreendidos entre 380 e 780 nm. Sua unidade é o lúmen (lm).

3. MATERIAL UTILIZADO

- 1 interruptor 3 vias para ligação paralelo (*Three-Way*), pode ser usado também como interruptor simples (*P063*);
- 1 receptáculo para lâmpadas (*P050*);

- 1 receptáculo para lâmpadas fluorescentes tubulares (*P051*);
- 1 lâmpada incandescente 60 W/220 V;
- 1 lâmpada compacta 15 W/127 V;
- 1 lâmpada fluorescente tubular (convencional) 20 W/220V;
- 1 wattímetro digital.

4. EXECUÇÃO

4.1 Monte o circuito da **Figura 1** abaixo:

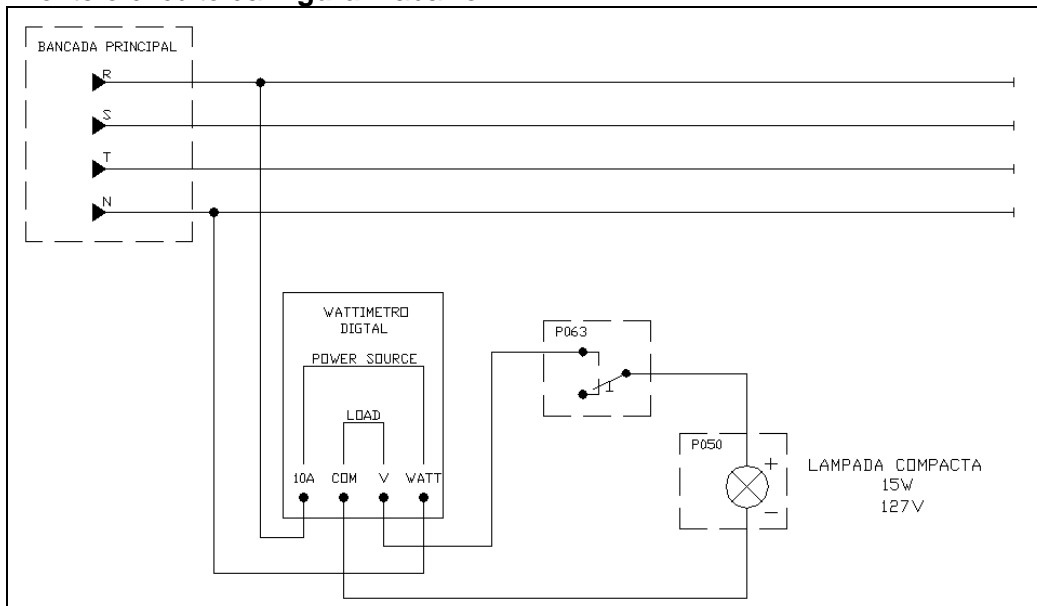


Figura 1 – Ligação de uma lâmpada Compacta Fluorescente.

4.2 Meça a potência consumida pela lâmpada e anote na **Tabela 1**, avalie o funcionamento da ligação de uma lâmpada Compacta Fluorescente;

Tipo de Lâmpada	Potência [W]
Fluorescente compacta	15
Incandescente	58
Fluorescente tubular (convencional)	18

Tabela 1 – Dados obtidos na execução.

4.3 Monte o circuito da **Figura 2**, meça a potência consumida e anote na **Tabela 1**, avalie o funcionamento da ligação de uma lâmpada Incandescente:

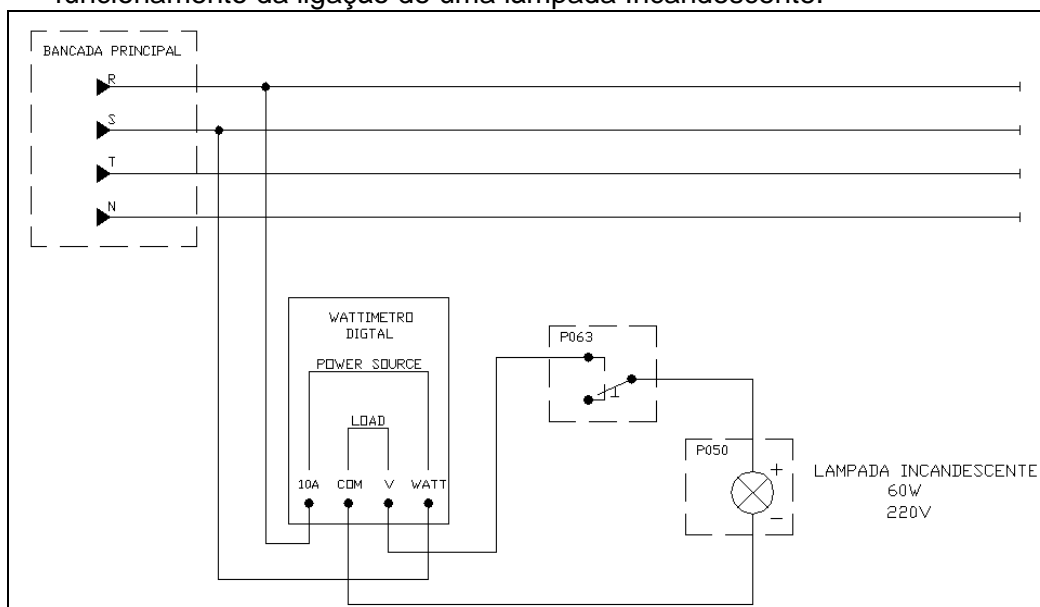


Figura 2 – Ligação de uma lâmpada fluorescente compacta.

4.4 Monte os circuitos da **Figura 3**, meça a potência consumida e anote na **Tabela 1**, avalie o funcionamento da ligação de uma lâmpada fluorescente tubular.

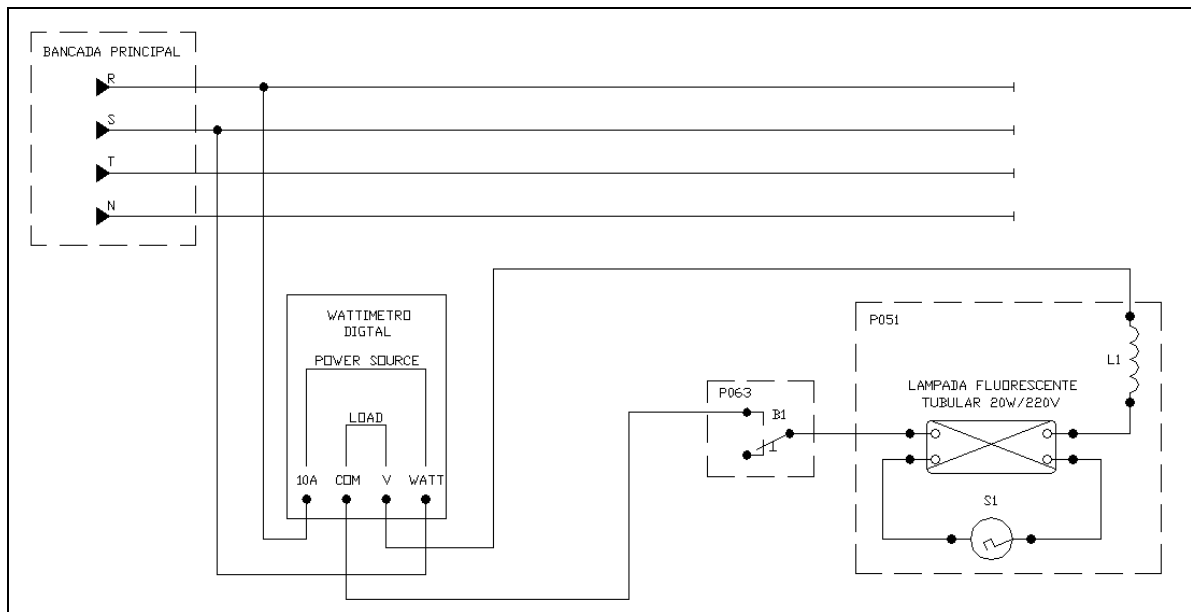


Figura 3 – Ligação de uma lâmpada fluorescente tubular.

5. DISCUSSÃO

5.1 Com os dados obtidos na execução, calcule o fluxo luminoso em lúmens de cada sistema completando a **Tabela 2**;

Tipo de Lâmpada	Eficiência Luminosa [lm/W]	Potência [W]	Fluxo luminoso [l -lumens]	Custo de cada conjunto [R\$]
Fluorescente compacta	45	15	675	x
Incandescente	11,9	58	690,2	x
Fluorescente tubular (convencional)	53	18	954	x

Tabela 2 – Dados obtidos na execução e calculados.

5.2 Avalie o custo de acionamento de cada lâmpada completando a **Tabela 2**;

5.3 Comente sobre a eficiência luminosa das lâmpadas em questão levando em conta o custo do conjunto;

5.4 As lâmpadas de vapor de sódio demoram até 16 minutos para dar partida completa. Durante esse tempo, a corrente consumida é cerca de 25% maior que a corrente nominal de funcionamento. Suponha uma instalação onde a potência máxima consumida a cada 15 minutos deva ser até 40kW. Nessa instalação temos 100 lâmpadas de 400W. Quantas lâmpadas poderemos ligar de cada vez, no máximo, para que o consumo durante a partida não seja maior que 40kW? Todas as lâmpadas poderão ser ligadas?

6. BIBLIOGRAFIA

[1] Cavalin, Geraldo – Instalações Elétricas Prediais - 14ª edição, São Paulo, Editora Érica LTDA, 2006.

PRÁTICA Nº 3 – Proteção de Instalações Residenciais.

1. OBJETIVOS

Avaliar o funcionamento da proteção dos circuitos de uma instalação residencial.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Componentes do sistema elétrico de uma residência

Numa instalação residencial, há vários componentes, são eles:

- Alimentação: composta pelos fios que saem dos postes do sistema de distribuição e que chegam até as residências;
- Medição: composta pelos equipamentos que tarifam os gastos de energia;
- Proteção: composta pelo quadro de distribuição da instalação, os quais abrigam os disjuntores dos circuitos internos e o disjuntor geral;
- Carga: todos os equipamentos que consomem energia elétrica;

2.2 Equipamentos de Proteção

Existem vários dispositivos de proteção usados em residências, atualmente, são usados contra surtos de tensão e contra correntes de fuga. O mais comum de ser encontrado em instalações, de modo geral, é o disjuntor. Este equipamento possui características de atuação termomagnética. A operação deste dispositivo ocorre devido a sobrecarga (efeito térmico) e ainda a curtos-circuitos (efeito magnético).

No projeto de uma instalação elétrica, é importante que os dispositivos de proteção sejam bem dimensionados, de forma que eles possam atuar de maneira eficaz, ou seja, protegendo o circuito contra correntes muito elevadas, mas que também não operem devido à capacidade máxima do circuito, gerando interrupções frequentes e indesejadas quando há o acionamento das cargas que pertencem ao circuito por este disjuntor.

3. TRABALHO PREPARATÓRIO

Sabendo que $V = R \cdot i$, onde: $V =$ Tensão (V), $R =$ Resistência (Ω) $i =$ Corrente (A).

3.1. Calcule as correntes assinaladas abaixo:

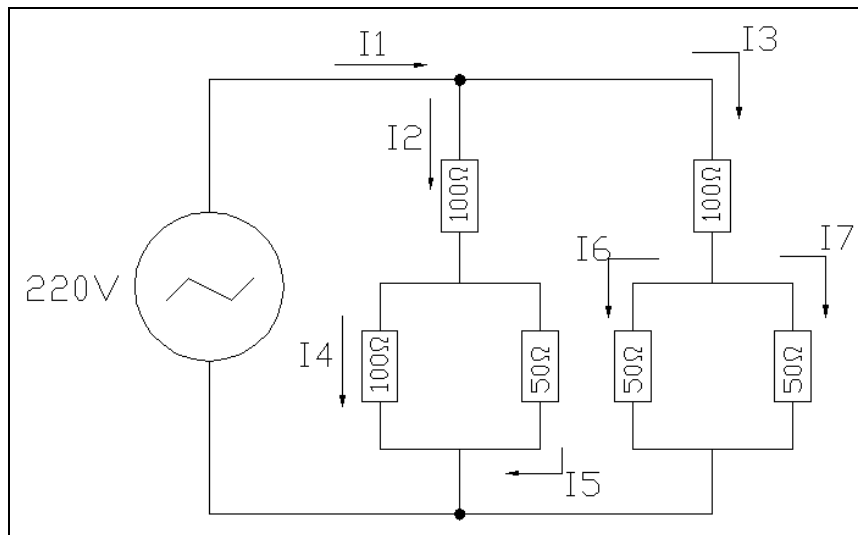


Figura 1 – Circuitos para o trabalho preparatório.

3.2. Calcule as potências dissipadas em cada resistor para as duas situações anteriores. Compare com a potência máxima de dissipação. Verifique se os resistores podem ser utilizados nesta aplicação. *Dicas: verifique a potência máxima do resistor no item quatro a seguir ($P = R \cdot I^2$).*

4. MATERIAL UTILIZADO

- 1 medidor de energia (P038);
- 1 disjuntor trifásico (2 A por fase) (P055);
- 2 disjuntores monofásicos (2 A) (P071);
- 1 resistor 100Ω / 300W (P041);
- 1 resistor 50 Ω/200W (P040);
- 1 lâmpada incandescente de 200 W/127V ;

5. EXECUÇÃO

SITUAÇÃO 1.

5.1. Monte o circuito da **Figura 2** a seguir:

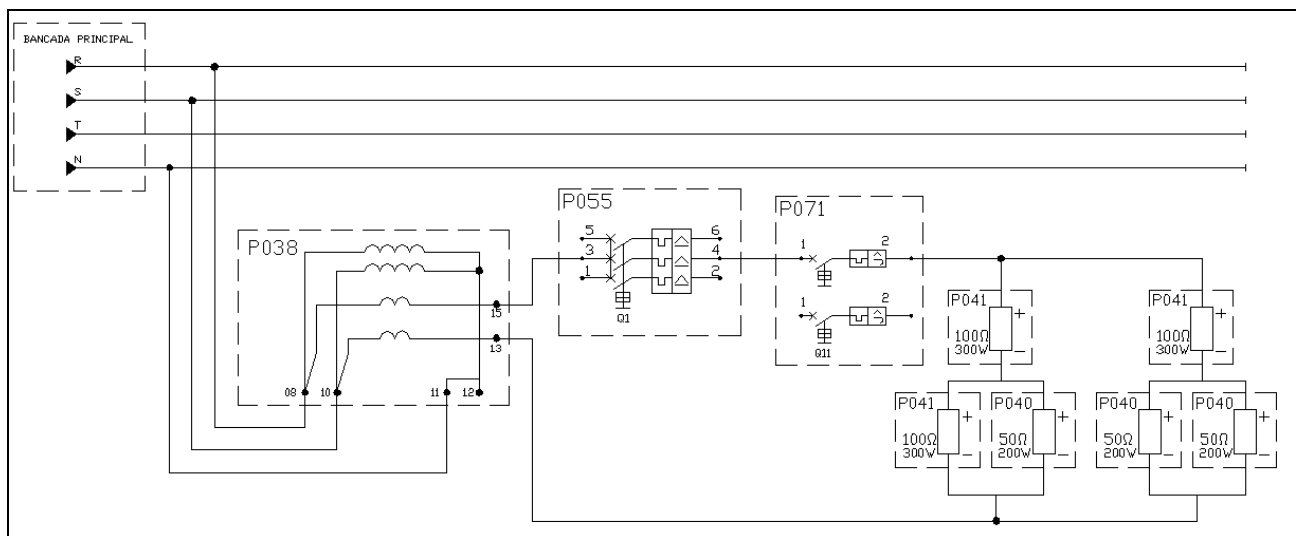


Figura 2 – Circuito para situação 1.

5.2. Verifique a atuação do disjuntor e caso ele atue, complete a tabela a seguir com o tempo gasto para atuar, além de anotar também o tempo gasto entre dois pulsos do medidor (cada pulso do medidor de energia indica o consumo de 3,333Wh):

Tempo de atuação (s)	Tempo de pulso do medidor (s)
≈2 min	≈14 seg

Tabela 1 – Tempo de atuação do disjuntor e consumo do medidor na primeira situação.

SITUAÇÃO 2.

5.3. Monte o circuito da **Figura 3** a seguir:

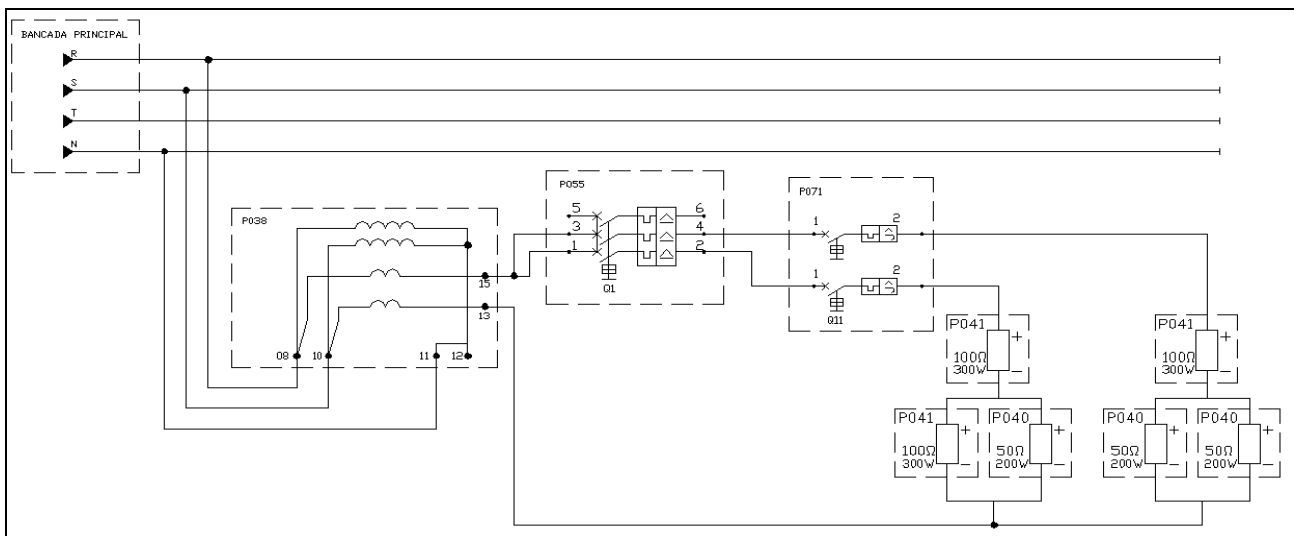


Figura 3 – Circuito para situação 2.

5.4. Verifique a atuação do disjuntor e caso ele atue, complete a tabela a seguir com o tempo gasto para atuar, além de anotar também o tempo gasto entre dois pulsos do medidor.

Tempo de atuação (s)	Tempo de pulso do medidor (s)
Não atua	≈14 seg

Tabela 2 – Tempo de atuação do disjuntor e consumo do medidor na segunda situação.

6. DISCUSSÃO

- 6.1. Explique o porquê da *atuação* ou *não atuação* dos disjuntores nas duas situações, considerando os dados obtidos no trabalho preparatório.
- 6.2. Qual a diferença de montagem das duas situações? Qual delas é mais recomendada e por quê?
- 6.3. Avaliar o comparativo de consumo, observando os tempos medidos nas 2 situações. O que é possível concluir ?

7. BIBLIOGRAFIA

[1] Cavalin, Geraldo – Instalações Elétricas Prediais - 14ª edição, São Paulo, Editora Érica LTDA, 2006;

PRÁTICA Nº 4– Confiabilidade de instrumentos de medição de energia.

1. OBJETIVOS

Fazer o comparativo de potências calculadas e potências medidas para avaliar o desempenho dos equipamentos.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

O Sistema Elétrico Brasileiro produz potência elétrica, a qual é fornecida aos consumidores. Essa potência é tarifada segundo o tempo de consumo dos usuários. Por isso, a importância desses conceitos no curso de Engenharia Elétrica. É preciso conhecer como a potência e a energia elétrica são medidas.

2.1 Medição da potência ativa

Vimos que a potência dissipada por um elemento pode ser calculada pela forma: $P = V.I$. O cálculo da potência através da leitura da tensão e da corrente, e posterior multiplicação, induzem a um erro, o qual é minimizado quando se usa um instrumento que faça internamente essas operações (leitura da tensão e da corrente e multiplicação).

Esse instrumento é o *wattímetro*. Ele possui internamente uma bobina similar à bobina do amperímetro (bobina série), e outra similar à do voltímetro (bobina paralela). A interação dos efeitos dessas duas bobinas produz um trabalho, o qual é proporcional a parcela das ondas de tensão e corrente que estejam na mesma fase angular. Este trabalho move o ponteiro, dando a indicação da potência dissipada.

2.2 Medição da energia

A energia é a integral, num intervalo de tempo, da potência consumida nesse intervalo. Assim, o instrumento que calcula a energia consumida deve efetuar uma integração. Esse instrumento é o medidor de energia. Ele é análogo ao wattímetro, mas, ao invés de mover um ponteiro, o trabalho pela interação da corrente e da tensão produzido faz girar um disco (ou gera um pulso eletrônico), o qual move um integrador, que registra, através de ponteiros ou dígitos, a energia consumida num determinado período.

3. MATERIAL UTILIZADO

- 1 medidor de energia (P038);
- 1 voltímetro CA (P008);
- 1 receptáculo para lâmpadas (P050);
- 2 lâmpadas incandescentes de 60 W/220V;
- 1 wattímetro digital;
- 1 multímetro digital;
- 1 cronômetro.

4. EXECUÇÃO

4.1 Monte o circuito da **Figura 2** a seguir;

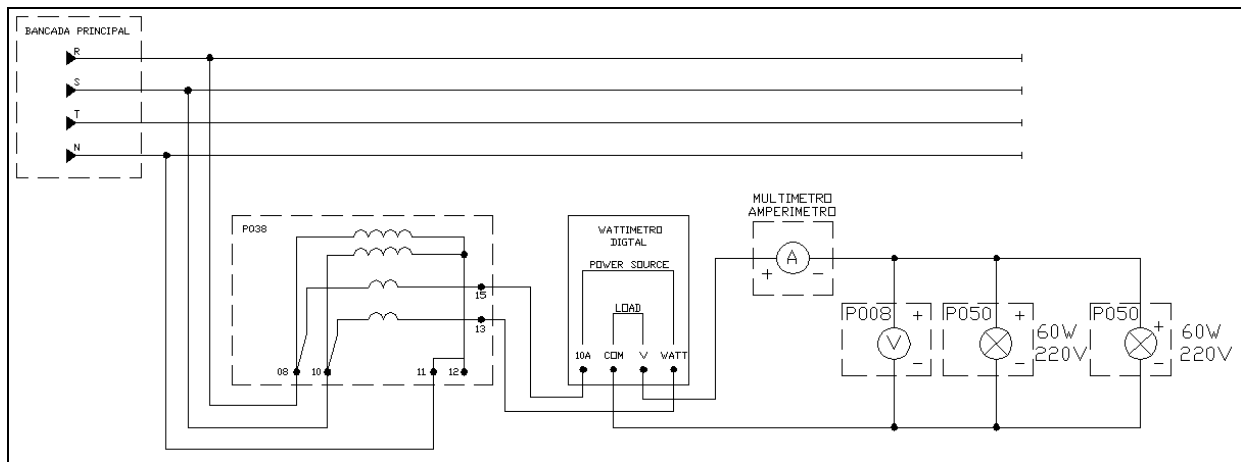


Figura 2 – Circuito para aferição da confiabilidade do medidor de energia.

4.2 Faça as leituras de tensão, corrente, potência e tempo necessário para que o medidor dê um pulso (cada pulso marca o consumo de 3,333 Wh) e preencha a **Tabela 1** a seguir;

Tensão [V]	Corrente [A]	Potência [W]	Tempo [h]	Energia (medidor) [kWh]
221	0,534	121	1[min] 34[s] = 0,02611[h]	0,00333

Tabela 1 – Dados medidos para aferição da confiabilidade do medidor de energia.

5. DISCUSSÃO

5.1 Calcule a energia consumida no espaço de tempo marcado no cronômetro usando a potência medida no wattímetro e a potência calculada nas medições de tensão e corrente. Anote na **Tabela 2**;

Energia (medidor) [kWh]	Energia (wattímetro) [kWh]	Energia ($V \times A \times t \times 0,001$) [kWh]	Valor tarifa [R\$/kWh]	Consumo na aula
0,00333[kWh]	0,003159	0,00308	-	-

Tabela 2 – Dados calculados para aferição da confiabilidade do medidor de energia.

5.2 Faça uma análise da confiabilidade do medidor de acordo com os dados. Qual sua conclusão? Explique;

5.3 Pesquise o valor da tarifa por [kWh] para uma residência e avalie o consumo de energia dessa lâmpada durante a aula.

6. BIBLIOGRAFIA

[1] Site do fabricante do medidor: <http://website.elster.com.br/>.

PRÁTICA N° 5 - Consumo de energia de lâmpadas incandescentes e fluorescentes compactas.

1. OBJETIVOS

Comparar o consumo de lâmpadas de mesma capacidade de iluminação. É proposto que neste ensaio façamos a comparação quanto a eficiência de dois tipos de lâmpadas, sendo que as lâmpadas possuem valores muito próximos de fluxo luminoso total emitido (medido em lumens), deseja-se fazer uma análise de qual delas realiza mesmo trabalho gastando menos energia, e ainda equacionar tais valores, afim de se obter a diferença de energia gasta nas duas situações.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Lâmpadas Fluorescentes

A lâmpada fluorescente foi criada por *Nikola Tesla*, introduzida no mercado consumidor em 1938. Ao contrário das lâmpadas incandescentes, possui grande eficiência por emitir mais luz do que calor.

As lâmpadas possuem um par de eletrodos em cada extremo. O tubo de vidro é coberto com um material à base de fósforo, internamente possuem um gás a baixa pressão. Inicialmente é preciso uma grande tensão para dar partida ao processo de ionização e acendimento da lâmpada, cerca de centenas de volts e para continuação do processo somente é preciso de 100 a 175 V.

2.2 Eficiência luminosa

A eficiência luminosa de uma fonte de luz é a relação entre o fluxo luminoso (lumens) emitida por uma fonte de luz e de energia (W).

3. TRABALHO PREPARATÓRIO

Estimar o tempo médio do primeiro pulso do medidor de energia para cada lâmpada (incandescente 180W/220V, fluorescente 40W/127V) quando tivermos o circuito da **Figura 1** abaixo, sendo que cada pulso do medidor acontece quando a lâmpada consome 3,333 [Wh].

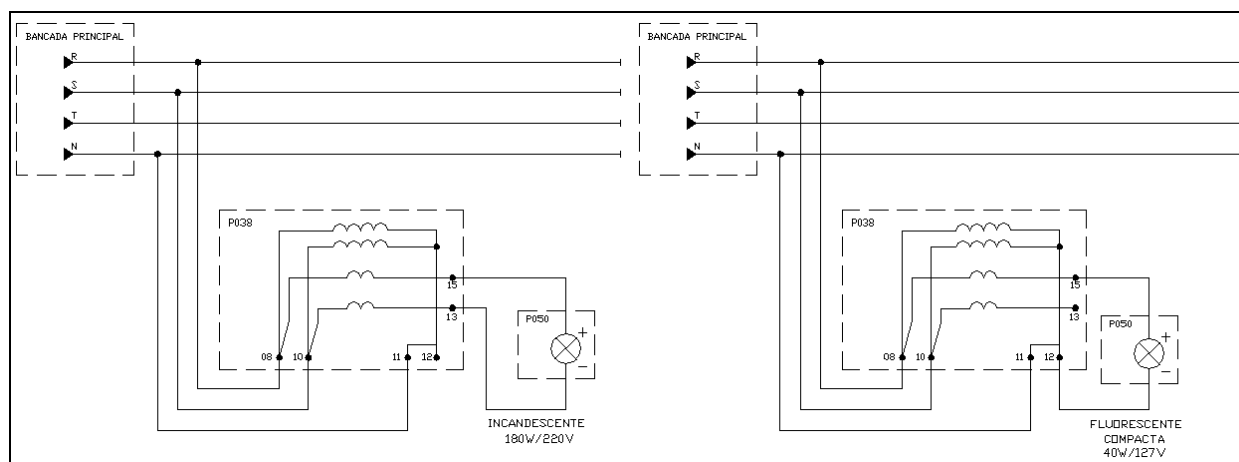


Figura 1 – Circuito para cálculo de comparação do consumo de lâmpadas.

Incandescente 180[W]	Fluorescente 40[W]
0,0185[h] = 1[min] e 6[seg]	0,083[h] = 4[min] e 50[seg]

Tabela 1 – Tempo estimado para o consumo de 3,333[Wh].

4. MATERIAL UTILIZADO

- 1 medidor de energia (P038);
- 1 voltímetro CA (P008);
- 1 receptáculo para lâmpadas (P050);
- 3 lâmpadas incandescentes (60W/220V) ;
- 1 lâmpada fluorescente compacta (25W/127V) ;
- 1 lâmpada fluorescente compacta (15W/127V) ;
- 1 wattímetro digital;
- 1 multímetro digital;
- 1 cronômetro.

5. EXECUÇÃO

5.1 Verifique a eficácia luminosa [lm/W] na embalagem das lâmpadas e complete a Tabela 2;

Lâmpada	Efic. Luminosa por lâmpada [lm/W]	Potencia [W]	Fluxo Luminoso [lm/lâmpada]	Fluxo Luminoso Total [lm]
Fluorescente compacta (15 W/127V)	45	15	675	2100
Fluorescente compacta (25 W/127V)	57	25	1425	
3 lamp. Incandescente	11,9	3x60	714	2142

Tabela 2 – Dados das embalagens das lâmpadas.

5.2 Monte o circuito da Figura 2 abaixo com as lâmpadas fluorescentes de 15 W e 25 W;

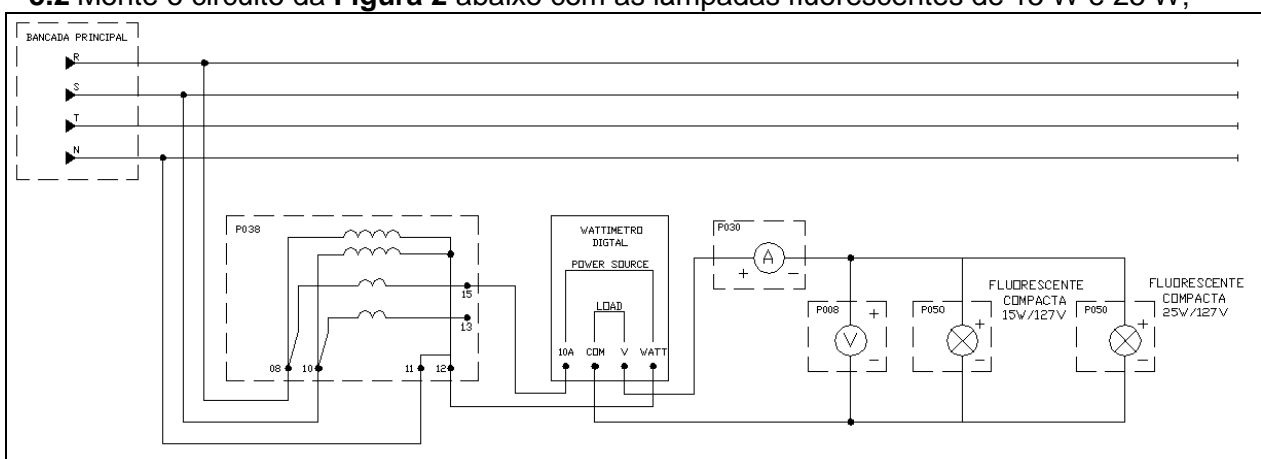


Figura 2 – Circuito para medição de parâmetros para lâmpada fluorescente compacta.

5.3 Para o circuito da Figura 2, faça as leituras das grandezas e preencha a Tabela 3;

	Tensão [V]	Corrente total [A]	Potência total [W]	Tempo [h]	Energia (medidor) [kWh]
Fluores.	128	0,312	39	4[min] e 33 [seg] = 0,075833[h]	0,003333

Tabela 3 – Dados da medição de parâmetros para lâmpada fluorescente compacta.

5.4 Monte o circuito da Figura 3 abaixo com as lâmpadas incandescentes de 60W/220V.

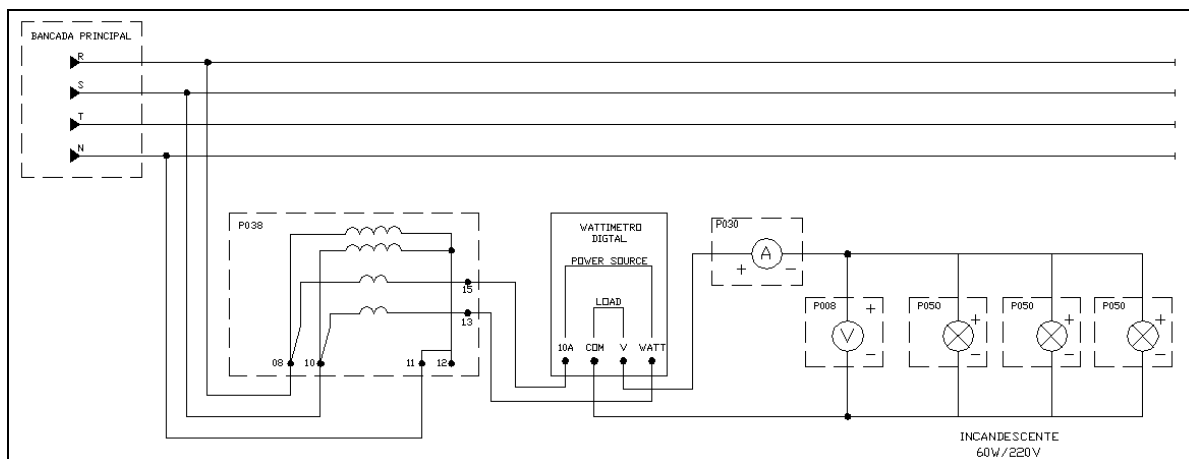


Figura 3 – Circuito para medição de parâmetros para lâmpada incandescente.

5.5 Para o circuito da Figura 3, faça as leituras das grandezas e preencha a Tabela 4 abaixo;

	Tensão [V]	Corrente total [A]	Potência total [W]	Tempo [h]	Energia (medidor) [kWh]
Incandes.	220	0,808	180	1[min] e 1[seg] = 0,016944[h]	0,003333

Tabela 4 – Dados da medição de parâmetros para lâmpada incandescente.

5.6 Calcule a energia consumida pelas lâmpadas fluorescentes compactas levando em conta a medição do wattímetro, do voltímetro e do amperímetro preenchendo a Tabela 5.

	Energia (wattímetro) [kWh]	Energia (0,001 x V x A x h) [kWh]
Fluores.	0,002957	0,003028

Tabela 5 – Dados calculados, lâmpada fluorescente compacta.

5.7 Calcule a energia consumida pelas lâmpadas incandescentes levando em conta a medição do wattímetro, do voltímetro e do amperímetro e preencha a Tabela 6;

	Energia (wattímetro x h) [kWh]	Energia (0,001 x V x A x h) [kWh]
Incandes.	0,003049	0,003012

Tabela 6 – Dados calculados, lâmpada incandescente.

6. DISCUSSÃO

- 6.1 A partir dos dados calculados e medidos faça uma comparação do consumo levando em conta o seu fluxo luminoso;
- 6.2 Com os dados medidos, calcule e compare o consumo de cada lâmpada para o intervalo de 1 minuto.
- 6.3 Compare também a eficácia luminosa total [lm/W] obtida nas duas montagens (se preciso faça uma media), qual sua conclusão? Explique.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Site do fabricante do medidor: <http://website.elster.com.br/>.

PRÁTICA Nº 6 - O fator de potência e a potência ativa na medição de consumo.

OBJETIVOS

Observar o efeito da potência reativa existente no reator de uma lâmpada fluorescente sobre a medição do consumo de energia.

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 Triângulo de potência

Instalações elétricas em sua maioria possuem natureza indutiva (motores, transformadores, ...). A principal característica deste tipo de receptor é que eles necessitam de um campo eletromagnético para operar. Por esta razão, tais equipamentos consomem dois tipos de potência elétrica: **Potência ativa (W)** destinada a produzir trabalho (geração de calor, luz, movimento, etc.) e **Potência reativa (VAR)** para alimentar o campo eletromagnético, sendo que este NÃO produz trabalho útil, mas circula entre a fonte e a carga, exigindo da fonte e do sistema de distribuição de energia elétrica uma corrente adicional a qual é destinada ao campo eletromagnético próprio destes equipamentos.

A seguir é comentado os três tipos de potencia que formam o triangulo de potencia:

- 1.1.1 Potência Ativa (W):** É a energia que é transformada efetivamente em trabalho, tal como o acendimento de uma lâmpada, ou na rotação de um motor, ou no aquecimento de uma resistência (efeito Joule);
- 1.1.2 Potência Reativa (VAR):** É a energia que é usada na geração e alimentação de campos elétricos e magnéticos, fundamentais na aplicação de motores, geradores e transformadores. Não produzem trabalho;
- 1.1.3 Potência Aparente (VA):** É a energia total fornecida à carga, ou seja, é a soma vetorial das outras duas potencias.

Podemos através da **Figura 1** ilustrar as relações matemáticas existentes entre estas grandezas.

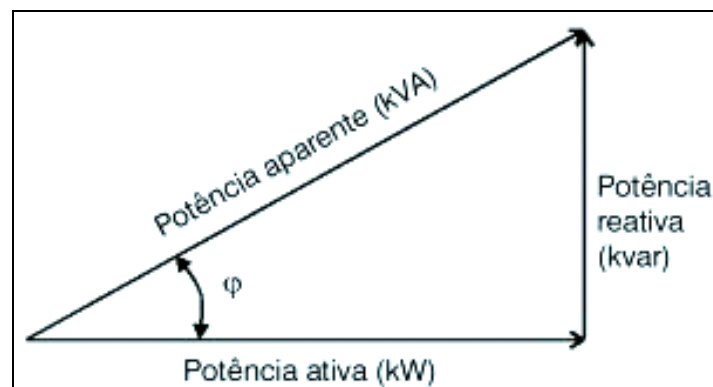


Figura 1 – Triângulo de potência.

1.2 Fator de potência

Fator de Potência é razão entre a **Potência Ativa** total e a **Potência Aparente** total. Pode ser dado também, pelo cosseno de ϕ (ângulo da impedância equivalente do circuito ou ângulo do triângulo de potência).

Devido às propriedades dos capacitores e indutores de armazenarem energia, sob as formas de campo elétrico e campo magnético, respectivamente, é observado em circuitos que contenham estes componentes, **uma defasagem entre a onda de tensão e a onda de corrente.**

- **Circuito Indutivo:** onda de corrente **atrasada** em relação à onda de tensão;
 - **Circuito capacitivo:** onda de corrente **adiantada** em relação à onda de tensão;
- Para circuitos **puramente indutivos** e **puramente capacitivos** as defasagens entre as ondas de corrente e tensão são **+90°** e **-90°**.

2. TRABALHO PREPARATÓRIO

Sabe-se que o medidor de energia indica a cada pulso um consumo de 3,33 Wh. Assim, estime o tempo para o primeiro pulso do medidor da **Figura 2** e calcule o que se pede nas tabelas abaixo para cada lâmpada:

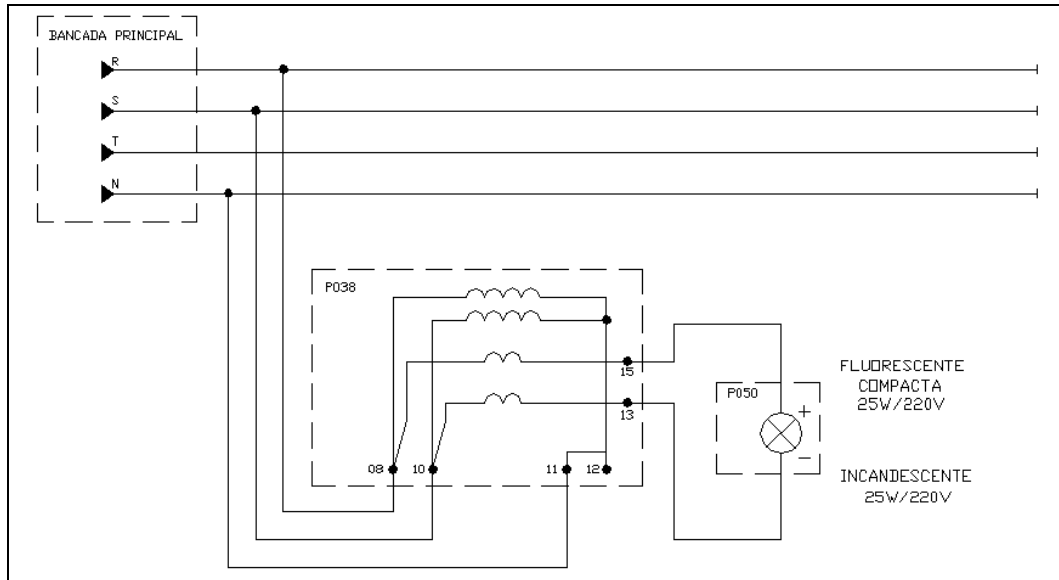


Figura 2 – Circuito para medição do consumo de lâmpadas.

2.1 Lâmpada Incandescente (25W/220 V)

Valores Calculados		
Tempo (h)	Potência (W)	Energia (kWh)
0,13332[h] = 7[min]59[s]	25	0,003333

Tabela 1 – Dados calculados para uma lâmpada incandescente.

2.2 Lâmpada Fluorescente compacta (25 W/220 V)

Valores Calculados		
Tempo (h)	Potência (W)	Energia (kWh)
0,13332[h] = 7[min]59[s]	25	0,003333

Tabela 2 – Dados calculados para uma lâmpada fluorescente compacta.

3. MATERIAL UTILIZADO

- 1 medidor de Energia (P038);
- 1 voltímetro CA (P037);
- 1 amperímetro CA (P030);
- 1 receptáculo de lâmpadas (P050);
- 1 lâmpada incandescente 25 W/220 V;
- 1 lâmpada fluorescente 25 W/220 V.
- 1 wattímetro digital;
- 1 cronômetro;

4. EXECUÇÃO

Lâmpada Incandescente (25 W/220 V)

4.1 Monte o circuito da **Figura 3** abaixo com uma lâmpada incandescente de 25W/220V e complete a **Tabela 3**;

Fator de potência da Lâmpada
1

Tabela 3-lâmpada incandescente.

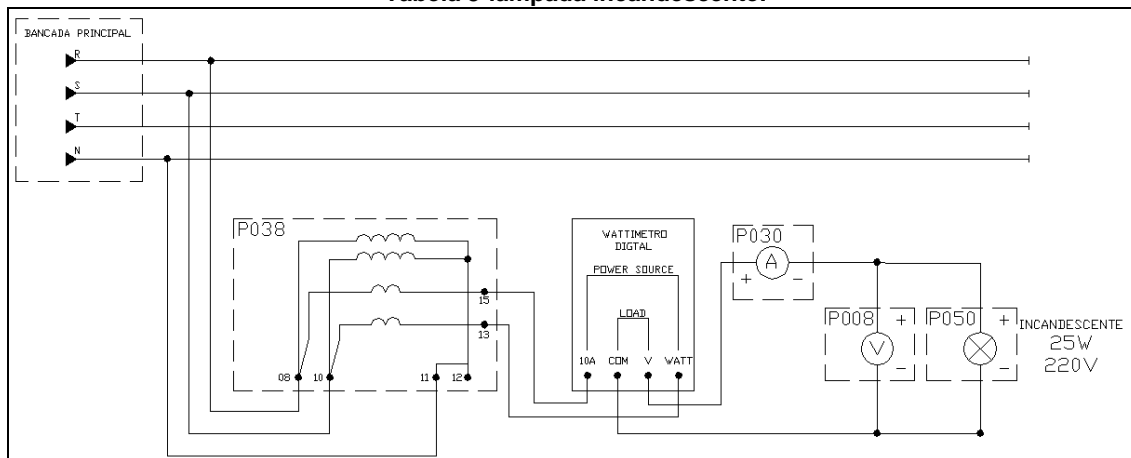


Figura 3 – Circuito para medição do consumo da lâmpada incandescente.

4.2 A partir dos valores obtidos nas medições preencha a **Tabela 4** e calcule o que for pedido;

Valores medidos						Valores calculados		
Tempo [h]	Potência [W]	Tensão [V]	Corrente [A]	Medidor [kWh]	fp	Potência [V x A x fp]	Energia [kWh] [0,001xVxAxh]	Energia [kWh] [0,001 x W x t]
6[min]13[s] =0,1037 [h]	28	217	0,140	0,00333	1	29,46	0,00315	0,00290

Tabela 4 – Dados obtidos na medição do consumo de lâmpada incandescente.

Lâmpada Fluorescente (25 W/220 V)

4.3 Monte o circuito da **Figura 4** abaixo com uma lâmpada fluorescente compacta de 25W/220V e complete a **Tabela 5** a seguir. O valor do fator de potência pode ser encontrado na lâmpada.

Fator de potência da lâmpada
0,55

Tabela 5 – lâmpada Fluorescente

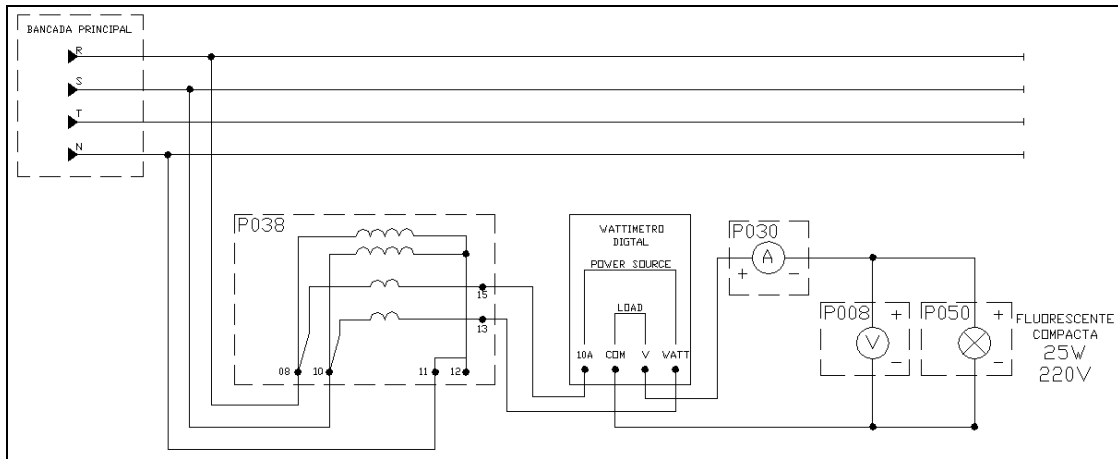


Figura 4 – Circuito para medição do consumo da lâmpada fluorescente compacta.

4.4 A partir dos valores obtidos nas medições preencha a **Tabela 6** e calcule o que for pedido.

Valores medidos						Valores calculados		
Tempo [h]	Potência [W]	Tensão [V]	Corrente [A]	Medidor [kWh]	fp	Potência [V x A x fp]	Energia (kWh) (0,001xVxAxftxt)	Energia (kWh) (0,001xWxt)
6[min]19[s]= 0,1053 [h]	27	221	0,213	0,00333	0,55	25,9	0,00273	0,00284

Tabela 6 – Dados obtidos na medição do consumo de lâmpada fluorescente compacta.

5. DISCUSSÃO

- 5.1 Compare o consumo medido com todos instrumentos, com o consumo calculado de todas as formas;
- 5.2 Construa os triângulos de potência das cargas, determinando cada uma de suas componentes. Compare-as;
- 5.3 O que podemos avaliar sobre as medições realizadas? Explique e destaque a relação do f.p com as correntes circulantes nos circuitos. Quais os impactos disso quando se projeta a proteção de um circuito?

6. BIBLIOGRAFIA

[1] Site do fabricante do medidor: <http://website.elster.com.br/>.