

O eletromagnetismo

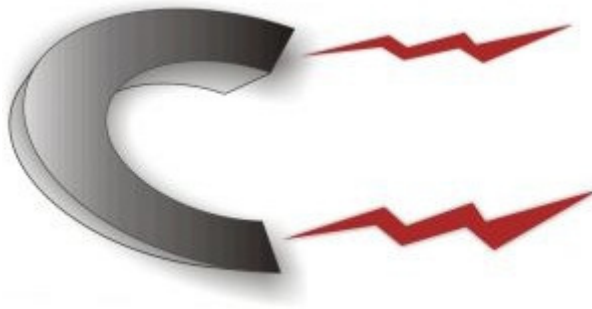
O cientista William Gilbert propôs que a eletricidade e o magnetismo, apesar de ambos causarem efeitos de atração e repulsão, seriam efeitos distintos. Entretanto marinheiros percebiam que raios causavam perturbações nas agulhas das bússolas, mas a ligação entre os raios e a eletricidade ainda não estava traçada até os experimentos que Benjamin Franklin propôs em 1752. Um dos primeiros a descobrir e publicar as relações entre corrente elétrica e o magnetismo foi Romagnosi, que em 1802 afirmou que um fio conectado a uma pilha provocava um desvio na agulha de uma bússola que estivesse próxima. No entanto essa notícia não recebeu o crédito que lhe era devido até que, em 1820, Hans Christian Ørsted montou um experimento similar.

A teoria do eletromagnetismo foi desenvolvida por vários físicos durante o século XIX, culminando finalmente no trabalho de James Clerk Maxwell, o qual unificou as pesquisas anteriores em uma única teoria e descobriu a natureza eletromagnética da luz. No eletromagnetismo clássico, o campo eletromagnético obedece a uma série de equações conhecidas como equações de Maxwell, e a força eletromagnética pela Lei de Lorentz.

Uma das características do eletromagnetismo clássico é a dificuldade em associar com a mecânica clássica, compatível porém com a relatividade especial. Conforme as equações de Maxwell, a velocidade da luz é uma constante, depende apenas da permissividade elétrica e permeabilidade magnética do vácuo. Isso porém viola a invariância de Galileu, a qual já era há muito tempo base da mecânica clássica. Um caminho para reconciliar as duas teorias era assumir a existência de éter luminífero através do qual a luz propagaria. No entanto, os experimentos seguintes falharam em detectar a presença do éter. Em 1905, Albert Einstein resolveu o problema com a teoria da relatividade especial, a qual abandonava as antigas leis da cinemática para seguir as transformações de Lorentz as quais eram compatíveis com o eletromagnetismo clássico.

A teoria da relatividade mostrou também que adotando-se um referencial em movimento em relação a um campo magnético, tem-se então um campo elétrico gerado. Assim como também o contrário era válido, então de fato foi confirmado a relação entre eletricidade e magnetismo. Portanto o termo "eletromagnetismo" estava consolidado.

História do eletromagnetismo



A existência de forças naturais de origem elétrica e magnética fora observada em contextos históricos independentes, mas só na primeira metade do século XIX um grupo de pesquisadores conseguiu unificar os dois campos de estudo e assentar os alicerces de uma nova concepção da estrutura física dos corpos.

No final do século XVIII Charles-Augustin de Coulomb e Henry Cavendish haviam determinado as leis empíricas que regiam o comportamento das substâncias eletricamente carregadas e o dos ímãs. Embora a similaridade entre as características dos dois fenômenos indicasse uma possível relação entre eles, só em 1820 se obteve prova experimental dessa relação, quando o dinamarquês Hans Christian Oersted, ao aproximar uma bússola de um fio de arame que unia os dois pólos de uma pilha elétrica, descobriu que a agulha imantada da bússola deixava de apontar para o norte, orientando-se para uma direção perpendicular ao arame.

Pouco depois, André-Marie Ampère demonstrou que duas correntes elétricas exerciam mútua influência quando circulavam através de fios próximos um do outro. Apesar disso, até a publicação, ao longo do século XIX, dos trabalhos do inglês Michael Faraday e do escocês James Clerk Maxwell, o eletromagnetismo não foi - nem começou a ser - considerado um autêntico ramo da física.

Variáveis e magnitudes

Os fenômenos eletromagnéticos são produzidos por cargas elétricas em movimento. A carga elétrica, assim como a massa, é uma qualidade intrínseca da matéria e apresenta a particularidade de existir em duas variedades, convencionalmente denominadas positiva e negativa. A unidade elementar da carga é o elétron, partícula atômica de sinal negativo, embora sua magnitude não resulte em entidade suficiente para cálculos macroscópicos normais. Como unidade usual de carga usa-se então o coulomb; o valor da carga de um elétron equivale a $1,60 \times 10^{-19}$ coulombs.

Duas cargas elétricas de mesmo sinal se repelem, e quando de sinais contrários se atraem. A força destas interações é diretamente proporcional a sua quantidade de carga e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa. Para explicar a existência dessas forças adotou-se a noção de campo elétrico criado em torno de uma carga, de modo que a força elétrica que vai atuar sobre outra carga distanciada da primeira corresponde ao produto da quantidade de carga desta primeira por uma

grandeza chamada intensidade de campo elétrico. A energia que este campo transmite à unidade de carga chama-se potencial elétrico e geralmente se mede em volts.

Uma das variáveis magnéticas fundamentais é a indução magnética, intimamente relacionada com a intensidade do campo magnético. A indução representa a força magnética exercida sobre um corpo por unidade de carga elétrica e de velocidade. A unidade de indução magnética é o tesla, que equivale a um weber por metro quadrado; o weber é uma medida de fluxo magnético (grandeza que reflete a densidade dos campos magnéticos). Tanto a intensidade de campo elétrico e magnético quanto a indução magnética apresentam um caráter vetorial e, por conseguinte, para descrevê-las adequadamente devem-se definir, para cada uma, sua magnitude, direção e sentido.

Por correlacionar a eletricidade e o magnetismo, adquiriu função especial no campo da física a noção de corrente elétrica, entendida como a circulação de cargas livres ao longo de um material condutor. Sua magnitude é determinada pela intensidade da corrente, que é a quantidade de cargas elétricas livres que circulam pelo condutor em um tempo determinado. Chama-se ampère a unidade de intensidade de corrente resultante da passagem em um condutor de um coulomb de carga durante um segundo. Essa unidade tornou-se a mais importante do ponto de vista eletromagnético, levando o sistema internacional de unidades a ter a notação MKSA: metro, quilograma, segundo, ampère.

Indução eletromagnética

No decorrer do século XIX, as experiências de Ørsted e Ampère demonstraram a influência que as correntes elétricas exercem sobre os materiais imantados, enquanto Faraday e Joseph Henry determinaram a natureza das correntes elétricas induzidas por campos magnéticos variáveis no espaço.

Os resultados de suas pesquisas, fundamento da indução eletromagnética, constituem a base do eletromagnetismo. Outros postulados enunciam a existência de dois pólos elétricos, positivo e negativo, independentes e separados, e de dois pólos magnéticos inseparáveis de nomes diferentes (norte e sul). Ampère, estimulado pelas descobertas de Ørsted, aprofundou-se na pesquisa das forças magnéticas provocadas nas proximidades de uma corrente elétrica e demonstrou que esses impulsos se incrementam na razão direta da corrente e na razão inversa da distância ao fio pelo qual ela circula. Comprovou, além disso, que as forças induzidas estão em grande medida condicionadas pela orientação do fio condutor.

Ao aproximar-se um ímã de uma pilha elétrica observa-se uma variação em sua força eletromotriz, que é a medida da energia fornecida a partir de cada unidade de carga elétrica nela contida. Essa alteração é interrompida quando se imobiliza o ímã, e adquire sinal contrário quando este é afastado. Deduz-se daí que os campos magnéticos produzem correntes elétricas em um circuito e que o sentido de seu fluxo tende a compensar a perturbação exterior, com a indução simultânea de um campo magnético oposto ao inicial.

Analogamente, uma corrente elétrica que circula em um condutor gera um campo magnético associado que, como efeito derivado, induz no condutor uma corrente de

sentido contrário ao da inicial. Esse fenômeno é conhecido como auto-indução, e a relação entre o campo magnético e a intensidade da corrente induzida por ele é fornecida por um coeficiente denominado indutância, que depende das características físicas e geométricas do material condutor. A unidade de medida de indução é o henry, definido como a grandeza gerada entre dois circuitos dispostos de forma tal que quando num deles a intensidade varia em um ampère por segundo seja induzida no outro uma força eletromotriz de um volt.

Interpretação do eletromagnetismo

Desde o advento das idéias inovadoras de Isaac Newton, estabeleceu-se uma interpretação causal do universo segundo a qual todo efeito observado obedeceria a forças exercidas por objetos situados a certa distância. Nesse contexto histórico nasceu a teoria eletromagnética, segundo a qual as atrações e repulsões elétricas e magnéticas resultavam da ação de corpos distantes.

Era preciso, pois, encontrar a verdadeira causa final dessas forças, buscando-se uma analogia com a massa gravitacional de Newton e, simultaneamente, explicar de forma rigorosa os mecanismos de interação eletromagnética entre os corpos. Coube a Ampère, a partir de seus trabalhos sobre correntes elétricas, expor a teoria da existência de partículas elétricas elementares que, ao se deslocar no interior das substâncias, causariam também os efeitos magnéticos. No entanto, em suas experiências, ele não conseguiu encontrar essas partículas.

Por outro lado, Faraday introduziu a noção de campo, que teve logo grande aceitação e constituiu um marco no desenvolvimento da física moderna. Concebeu o espaço como cheio de linhas de força -- correntes invisíveis de energia que governavam o movimento dos corpos e eram criadas pela própria presença dos objetos. Assim, uma carga elétrica móvel produz perturbações eletromagnéticas a seu redor, de modo que qualquer outra carga próxima detecta sua presença por meio das linhas do campo. Esse conceito foi desenvolvido matematicamente pelo britânico James Clerk Maxwell, e a força de seus argumentos acabou com a da idéia de forças que agiam sob controle remoto, vigente em sua época.

Os múltiplos trabalhos teóricos sobre o eletromagnetismo culminaram em 1897, quando Sir Joseph John Thomson descobriu o elétron, cuja existência foi deduzida do desvio dos raios catódicos na presença de um campo elétrico. A natureza do eletromagnetismo foi confirmada ao se determinar a origem das forças magnéticas no movimento orbital dos elétrons ao redor dos núcleos dos átomos.

Ondas eletromagnéticas



O conceito de onda eletromagnética, apresentado por Maxwell em 1864 e confirmado experimentalmente por Heinrich Hertz em 1886, é utilizado para demonstrar a natureza eletromagnética da luz.

Quando uma carga elétrica se desloca no espaço, a ela se associam um campo elétrico e outro magnético, interdependentes e com linhas de força perpendiculares entre si. O resultado desse conjunto é uma onda eletromagnética que emerge da partícula e, em condições ideais - isto é, sem a intervenção de qualquer fator de perturbação - se move a uma velocidade de 299.793km/s, em forma de radiação luminosa. A energia transportada pela onda é proporcional à intensidade dos campos elétrico e magnético da partícula emissora e fixa as diferentes frequências do espectro eletromagnético.

Aplicações

A teoria eletromagnética é muito usada na construção de geradores de energia elétrica, dentre estes destacam-se os alternadores ou geradores de corrente alternada, que propiciam maior rendimento que os de corrente contínua por não sofrerem perdas mediante atrito. A base do alternador é o eletroímã, núcleo em geral de ferro doce e em torno do qual se enrola um fio condutor revestido de cobertura isolante. O dispositivo gira a grande velocidade, de modo que os pólos magnéticos mudam de sentido e induzem correntes elétricas que se invertem a cada instante. Com isso, as cargas circulam várias vezes pela mesma seção do condutor. Os eletroímãs também são utilizados na fabricação de elevadores e instrumentos cirúrgicos e terapêuticos. Seu uso abrange diversos campos industriais, uma vez que os campos que geram podem mudar de direção e de intensidade.

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

O uso da eletricidade requer uma rede complexa de ligações que começa no poste da concessionária e termina em soquetes e tomadas. Para que tudo isso funcione direito, é necessário um projeto elétrico, elaborado por profissional especializado. Desenvolvido a partir do projeto de arquitetura, ele define os pontos de luz e eletricidade da edificação, de acordo com as necessidades de cada ambiente e considerando os aparelhos eletroeletrônicos a ser instalados, determinando o porte da instalação, estabelecendo circuitos e especificando os materiais a ser utilizados.

As instalações elétricas consomem entre 12 a 17% do custo total da construção. Assim, é importante que esse dinheiro seja bem empregado. Os principais elementos utilizados são:

- **poste de recepção** - indispensável para a entrada de energia na casa, ele deve atender às especificações da concessionária. Pode ser produzido em ferro ou concreto. Os de ferro têm formato circular e são indicados para uma potência máxima de 12kW. Já os de concreto não possuem limite de potência e podem ser encontrados prontos ou concretados na própria obra. Nesse caso, seu projeto deve ser aprovado pela concessionária. Para não haver riscos de energização, o poste deve receber um isolante de porcelana (braquete), instalado no topo e ligado ao cabo que traz a energia do poste público. A ele também estão ligados os cabos que levam a energia do poste até a caixa de medição.

- **caixa de medição** - colocada do lado de fora da casa, ela é dividida em duas partes. De um lado fica o medidor de consumo instalado pela concessionária e, paralelamente, o dispositivo de proteção - disjuntor ou chave seccionada acoplada a fusíveis. Em caso de sobrecarga ou curto-circuito, o dispositivo interrompe a corrente elétrica. Para regiões litorâneas e úmidas a caixa deve ser produzida em fibra de vidro. Para as demais, os modelos metálicos não apresentam inconvenientes.

- **quadro geral** - os de metal ou fibra de vidro são melhores, devendo ser descartados aqueles produzidos em materiais combustíveis, como, por exemplo, madeira. Nesse quadro, os circuitos que compõem a instalação devem estar agrupados separadamente, conforme indica a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): um para iluminação, outro para tomadas em geral, mais um outro para tomadas de cozinha, além de um circuito exclusivo para cada aparelho com potência superior a 1.000W, como microondas, lava-louças e chuveiros, devido a alta carga que possuem. Essa distribuição é mais segura e tem um caráter prático: se alguma tomada sofrer pane, a iluminação do ambiente não será comprometida, facilitando o conserto.

- **fusíveis e disjuntores** - são essenciais para proteger a instalação contra sobrecargas ou curto-circuitos. Os antigos e tradicionais fusíveis contêm um condutor metálico que se rompe (queima) quando a intensidade da corrente é superior à sua capacidade, de acordo com a instalação. Depois de queimado ele pode ser substituído, mas, no caso de voltar a queimar, é conveniente buscar um eletricitista para descobrir a causa dessas contínuas interrupções de corrente. São fabricados em papelão resistente (tipo cartucho), cerâmica e resina, não havendo grandes diferenças quanto ao funcionamento. Os disjuntores atuam da mesma forma, mas têm a vantagem de não requerer substituição: eles desligam a corrente quando percebem alterações e podem ser rearmados em seguida. São considerados mais práticos e eficazes do que os fusíveis.

- **Diferencial Residual** - trata-se de um dispositivo de segurança de uso recomendado pela ABNT e conhecido pela sigla DR. Trata-se de um disjuntor supersensível às menores fugas de corrente, ocasionadas, por exemplo, por fios descascados ou por uma criança que introduza o dedo ou qualquer objeto numa tomada. De atuação imediata, ele

interrompe a corrente assim que verifica anomalias. É possível instalar um único DR na caixa de medição ou um para cada circuito, nesse caso, colocados no quadro geral.

- **eletrodutos** - condutas por onde correm os fios e cabos que formam a instalação. Podem ser encontrados em ferro, aço esmaltado ou galvanizado, ou ainda em PVC, o mais prático. Quando necessária, a conexão desses tubos é feita com peças apropriadas a cada uso: curvas para cantos de parede, luvas para linhas retas e buchas e arruelas no encontro com caixas de tomadas e interruptores.

- **fios e cabos** - são condutores de energia que se diferenciam apenas quanto à forma e aplicação. O fio é formado por um único condutor, não flexível e utilizado em instalações retilíneas ou quando existirem somente curvas suaves. O cabo é constituído por um conjunto de fios, isolados ou não entre si, próprios para instalações com curvas acentuadas e para aparelhos elétricos em geral, devido à sua grande flexibilidade. Tecnicamente eles são iguais, pois com a mesma bitola - área condutora - têm idêntica capacidade de condução de energia. De acordo com as normas da ABNT, seu revestimento, geralmente em PVC, deve ser isolante e antichama, o que é identificado pela sigla BWF impressa em toda a sua extensão. O condutor deve ser em cobre ou alumínio, sempre da mais alta pureza, facilitando a passagem de energia e evitando perdas. A corrente a ser transportada é que determina a bitola necessária. Ela varia de 16 e 50mm² no percurso entre os quadros de entrada e distribuição e cai para áreas condutoras de 2,5 a 6,0mm², quando destinada a atender equipamentos de 110 ou 220V.

- **conectores** - para unir fios e cabos existem três opções: a tradicional fita isolante, que deve ser de alta qualidade; os pequenos conectores em plástico por fora e metal internamente que seguram os fios por meio de pressão; ou ainda os conectores maiores, em formato de cubo ou barra, produzidos em plásticos ABS, cerâmica ou polietileno, que seguram os fios através de pequenos parafusos.

- **tomadas, interruptores e outros pontos** - a partir do quadro de distribuição, os fios ou cabos são conduzidos a diversos pontos da casa, chegando até soquetes, interruptores ou tomadas. Quanto aos soquetes para lâmpadas incandescentes, existem dois tipos: os de porcelana e os de baquelita, mais indicados para uso em abajures. Já as fluorescentes exigem soquetes especiais (de aperto ou carrapicho). As caixas de tomadas e interruptores (em geral com medidas de 4" x 2" ou 4" x 4") são produzidas em metal ou em PVC e podem ser encontradas também no formato octogonal. Quanto às tomadas, existem dois tipos: bipolar (dois pólos, como a de um secador ou a da TV) e a tripolar (dois pólos mais o terra, como a do computador), ambas com entrada para plugues redondos ou chatos. Embora poucos produtos nacionais tenham plugues tripolares, esse é o tipo de tomada mais seguro e de uso recomendado pela ABNT. Vale lembrar que para intensidades de corrente superior a 15 ampères devem ser instaladas tomadas específicas. Os interruptores podem ter ligação simples, paralela, (acionamento em dois pontos diferentes) e intermediária (liga e desliga em três pontos distintos). A escolha depende das conveniências.

- **transformadores e reatores** - entre as lâmpadas de uso residencial disponível no mercado, duas exigem peças especiais para seu funcionamento: as fluorescentes precisam de reatores - dispositivos de partida - subdivididos em convencional e os de partida rápida (simultânea ao toque no interruptor). Para as dicróicas, que funcionam em 12V, é imprescindível um transformador para 110 ou 220V, normalmente vendido em conjunto com as próprias lâmpadas.

- **lâmpadas** - São vários os tipos e modelos para uso residencial, e a escolha vai depender apenas dos gostos de cada um e da linha adotada pelo projeto

Instalação Elétrica Residencial

Antigamente as cidades não tinham energia elétrica, a única fonte de luz era o Sol e com o tempo surgiram os lampiões a querosene ou a óleo e velas, apenas as casas mais ricas possuíam um sistema próprio de gás.

As casas eram iluminadas por um grande lampião, outros cômodos da casa eram iluminados por lampiões a querosene ou lamparinas de óleo. Só em 1883 surgiu a primeira usina termo elétrica e em 1889 a primeira hidroelétrica, porém isso não fez com que a energia elétrica chegasse nas ruas rapidamente, assim, as casas ascendiam apenas algumas lâmpadas e logo depois vieram os bondes elétricos.

Nos dias de hoje a energia elétrica é muito importante em nossas residências, pois é através dela que podemos assistir televisão, tomar banho quente, iluminar nossas casas e etc.

A energia elétrica é muito importante nos dias de hoje, pois é ela que proporciona o conforto, bem estar, segurança e lazer para a sociedade. A energia permite o funcionamento de bancos, hospitais, indústrias, escolas, semáforos e todo o sistema de comunicação; portanto é impossível imaginar a vida moderna sem a energia elétrica.

A energia elétrica pode ser produzida através de diferentes fontes, porém no Brasil ela na maioria das vezes vem das usinas hidrelétricas, que utilizam as quedas d'água dos rios para gerar eletricidade. Depois de produzida, a energia elétrica vai para as cidades através das linhas e torres de transmissão de alta tensão. Essas linhas e torres são aquelas nas estradas, que levam a energia pôr longas distancias.

Quando a eletricidade chega as cidades, ela passa pelos transformadores de tensão nas subestações, que diminuem a voltagem. A partir daí, a energia elétrica segue pela rede de distribuição, onde os fios instalados nos postes levam a energia até a sua rua. Antes de entrar nas casas a energia ainda passa pelos transformadores de distribuição (também instalados nos postes) que rebaixam a voltagem para 127 ou 220 volts. Em seguida ela vai para a caixa do medidor de energia elétrica, o relógio de luz. É ele que mede o consumo de energia de cada residência.

Durante todo esse percurso a energia elétrica esta sujeita a interrupções, provocadas por raios, ventos, tempestades, galhos de árvores e etc. São essas coisas que são responsáveis pelas interrupções do fornecimento de energia nas residências.

Como é medido o consumo de energia elétrica?

A energia fornecida a um aparelho depende de sua potência e do tempo que ele fica ligado. Se você mantiver ligado um chuveiro de potência 2800W ou 2,5kW por meia hora, ele utilizará $2,5\text{kW} \times 1/2\text{h} = 1,25\text{kWh}$ de energia elétrica. A unidade de medida de energia usada pelas companhias fornecedoras de energia é o kWh. 1kWh corresponde ao consumo de um aparelho de potência 1000W (1kW) durante uma hora.

Cada casa tem um relógio medidos que é responsável por medir o consumo de energia elétrica da residência, esse relógio três ponteiros um da unidade outro da dezena, da centena e do milhar. Cada volta completa de um ponteiro equivale ao deslocamento de uma unidade do que o antecede. Todo mês um trabalhador da companhia fornecedora de

energia faz a leitura do relógio de todas as residências. O consumo do mês será a diferença entre seu número e o número do mês anterior.

A companhia de energia CPFL cobra por kWh mais algumas tarifas extras como ICMS.

Instalação elétrica de uma residência:

Na maioria das instalações elétricas de uma residência, entram três fios que vêm do poste para a caixa de luz e passam pelo relógio medidor, dois desses fios são chamados de vivos ou fase e o outro é chamado de neutro.

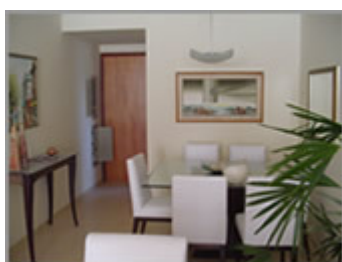
Em seguida, esses fios passam pela chave geral que serve como interruptor de toda a instalação. Da chave geral, saem quatro fios, que se separam em duas chaves, a chave de 110 volts, que tem um fio fase e um fio neutro, e a chave de 220 volts, que tem os dois fios fase.

Assim, se a instalação não tiver três fios não poderá ter chaves de 220volts já que só terá um fio fase e um neutro.

Curto-circuito:

Um aparelho quando ligado, oferece alguma resistência à passagem da corrente elétrica, os fios que fazem essa corrente, se encostados um no outro sem o isolamento plástico, fecham o circuito impedindo que a corrente elétrica passe pelo aparelho, provocando então um curto circuito. Por isso todos os fios são encapados por um plástico e nas instalações é sempre mais seguro deixar os fios separados uns dos outros.

Circuito Elétrico Residencial



O que é circuito elétrico?

Um circuito elétrico é constituído basicamente por uma ou mais fontes de energia elétrica, fios condutores e algum elemento de circuito (que pode ser um indutor, capacitor, resistor, diodo, etc.).

Como fazer o Circuito Elétrico Residencial

Você deve listar os eletrodomésticos, aparelhos elétricos e pontos de luz com as devidas potências. Contas feitas, definem-se os circuitos (as linhas de transmissão de energia

interna, que saem da caixa de distribuição e levam a eletricidade até os aparelhos). Para cada um circuito, instala-se um disjuntor. A questão é: quantos?

Fixar essa quantidade é relativamente simples: ramais que alimentam aparelhos de grande potência (a partir de 1 200 W), como chuveiros, fornos de microondas, máquinas de lavar roupa e secadoras, por exemplo, pedem circuitos exclusivos.

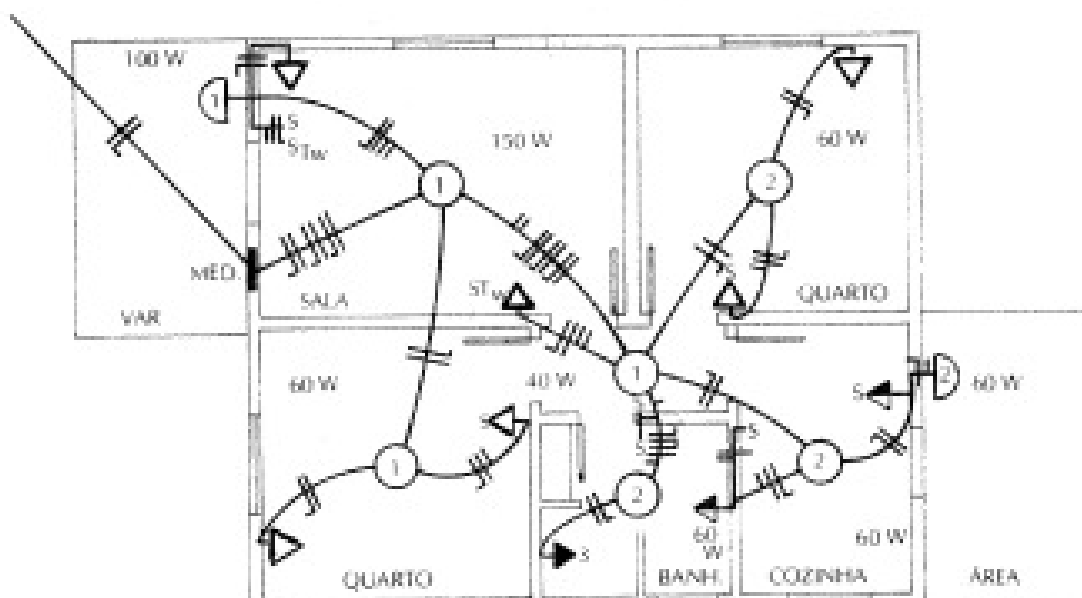
A mesma indicação serve para os aparelhos eletrônicos, como os computadores, mesmo que não tenham potências tão elevadas. Além disso, tomadas e pontos de luz não devem ser abastecidos por um mesmo circuito.

Estabelecendo limites para cada Circuito Elétrico

Como determinar o limite de cada circuito? E quantas tomadas podem ser ligadas a cada um sem que haja o risco de sobrecarga? Os projetistas recomendam tomadas comuns, de 100 watts de potência, em média, para ambientes de estar, como salas e quartos. Um circuito feito com um cabo de 2,5 mm² (a bitola mais comum em residências) a uma tensão de 110 volts pode conduzir algo em torno de 1 200 a 1 500 watts. Assim, será possível ligar cerca de dez tomadas de 100 watts cada, já prevendo uma margem de segurança. Se a tensão for de 220 V, a potência do circuito aumenta para algo em torno de 2 200 watts.

Ao estabelecer o número de circuitos e a potência de cada um, lembre-se de que não se deve exceder o limite de cada ramal, sob pena de superaquecimento dos cabos, variações na tensão e desarme constante dos disjuntores.

Desenho Elétrico



Exemplo de uma planta geral de instalação de luz de residência e tomadas. Trata-se de instalação tubulada em eletrodutos, alimentada por sistema monofásico