

# Avanços tecnológicos nos motores elétricos

*Desde o nascimento formal do motor elétrico, tem sido marcante a evolução registrada em sua tecnologia*

**Eng. Moacyr Sens**  
Diretor Técnico da Weg

O ano de 1866 pode ser considerado como o do nascimento da máquina elétrica, quando o cientista alemão Werner Siemens inventou o primeiro gerador de corrente contínua auto-induzido. Entretanto, esta máquina elétrica foi o último estágio de um processo de estudos, pesquisas e invenções de muitos outros cientistas, durante quase três séculos.

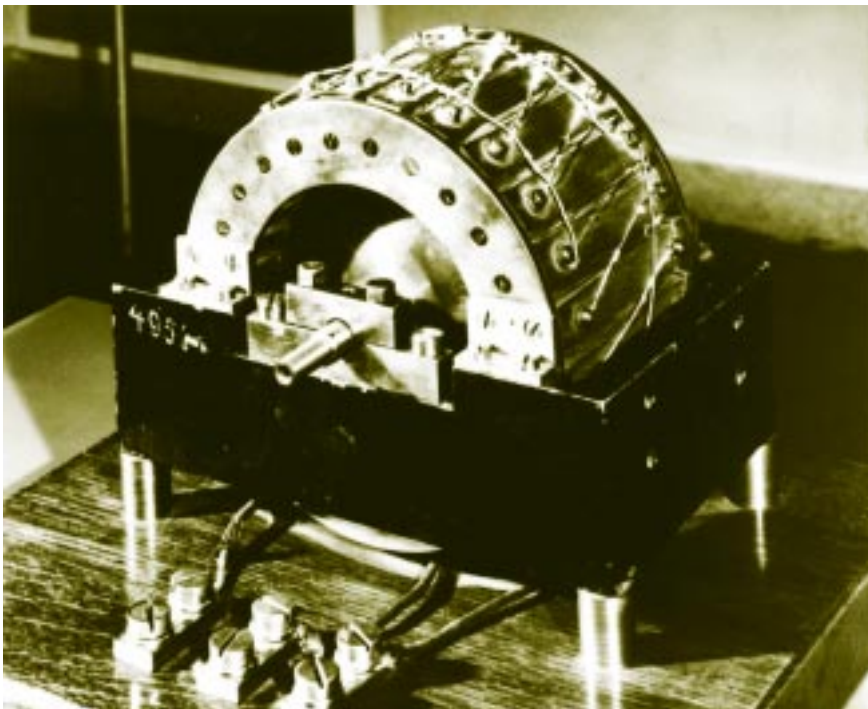
Em 1600 o cientista inglês William Gilbert publicou uma obra descrevendo a força de atração magnética. A primeira máquina eletrostática foi construída

em 1663, pelo alemão Otto Guericke, e aperfeiçoada em 1774 pelo suíço Martin Planta. O professor de Medicina italiano Aloiso Galvani notou, em 1786, que ao tocar com o bisturi em coxas de rãs que estavam penduradas numa grade de ferro, estas apresentavam uma contração, a qual chamou “eletricidade animal”.

Outro italiano, Alessandro Volta, descobriu que entre dois metais diferentes, imersos em líquido condutor, surgia uma tensão elétrica. Em 1799 ele desenvolveu uma fonte de energia que chamou de “coluna de Volta”, que podia fornecer corrente elétrica. O físico dinamarquês Hans Christian Oersted, em 1820, verificou por acaso que a agulha magnética de uma bússola era desviada de sua posição norte-sul quando passava perto de um condutor no qual circulava corrente elétrica. Essa observação foi o primeiro passo em direção ao desenvolvimento do motor elétrico.

O sapateiro inglês William Sturgeon, baseado na descoberta de Oersted, constatou, em 1825, que um núcleo de ferro envolvido por um fio condutor elétrico se transformava num ímã quando se aplicava uma corrente elétrica. Estava inventado o eletroímã. O inglês Michael Faraday descobriu, em 1831, a indução eletromagnética. Em 1832 o cientista italiano S. Dal Negro construiu a primeira máquina de corrente alternada com movimento de vaivém. Em 1833 o inglês W. Ritchie inventou o comutador, construindo um pequeno motor elétrico em que o núcleo de ferro enrolado girava em torno de um ímã permanente. Para dar uma rotação completa, a polaridade do eletroímã era alternada a cada meia volta, através do comutador.

Primeiro motor trifásico com rotor de gaiola



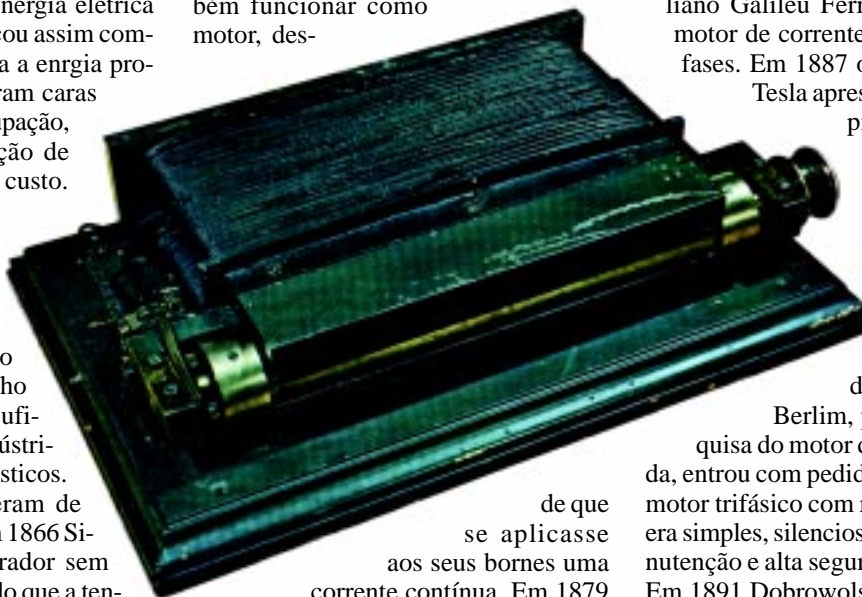
IMAGENS ARQUIVO WEG

Em 1838 o professor alemão Moritz Hermann von Jacobi desenvolveu um motor elétrico e aplicou-o a uma lancha. A aplicação prática da energia elétrica em trabalho mecânico ficou assim comprovada. Entretanto, toda a energia provinha de baterias, que eram caras e de uso restrito. A preocupação, então, voltou-se à geração de energia elétrica de baixo custo.

Em 1856 o eletrotécnico Werner Siemens relatou o sucesso obtido na construção de um gerador de corrente, magnético, com induzido T duplo. Mas esse aparelho não podia gerar energia suficiente para alimentar indústrias e equipamentos domésticos. Os ímãs permanentes eram de ação restrita. Somente em 1866 Siemens construiu um gerador sem ímã permanente, provando que a tensão necessária para o magnetismo podia ser retirada do próprio enrolamento do rotor, isso é, que a máquina podia auto-excitar-se.

O primeiro dínamo de Werner Sie-

mens possuía uma potência de aproximadamente 30 watts e uma rotação de 1.200 rpm. A máquina podia também funcionar como motor, des-



de que se aplicasse aos seus bornes uma corrente contínua. Em 1879 a firma Siemens & Halske apresentou a primeira locomotiva elétrica, com potência de 2 kW. Mas a máquina tinha alto custo e era vulnerável em serviço, exigindo o desenvolvimento de um mo-

tor mais barato, robusto e de menor custo de manutenção.

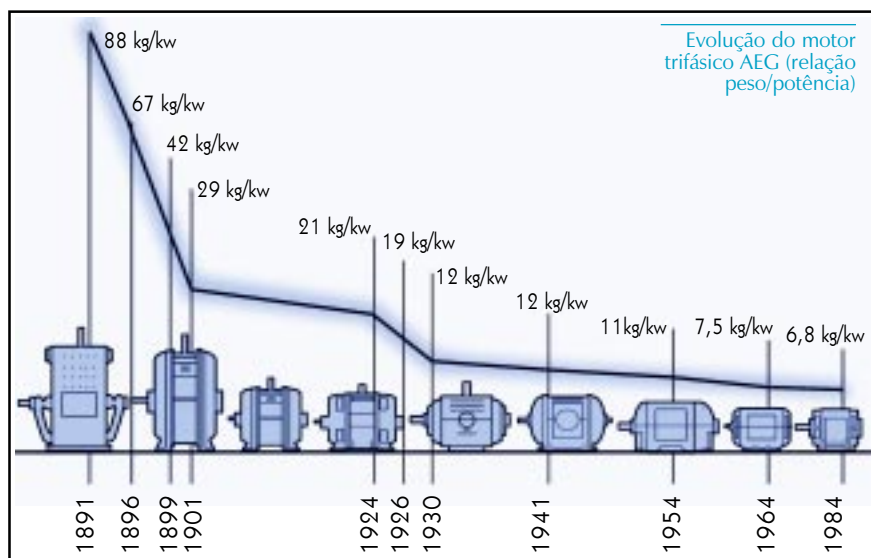
Em 1885 o engenheiro electricista italiano Galileu Ferraris construiu um motor de corrente alternada de duas fases. Em 1887 o iugoslavo Nicola Tesla apresentou um pequeno

protótipo de motor de indução bifásico com rotor em curto-circuito. Em 1889 o engenheiro electricista russo Michael von Dolivo Dobrowolsky, da firma AEG, de

Berlim, persistindo na pesquisa do motor de corrente alternada, entrou com pedido de patente de um motor trifásico com rotor de gaiola. Ele era simples, silencioso, tinha menos manutenção e alta segurança em operação. Em 1891 Dobrowolsky iniciou a fabricação em série de motores assíncronos, nas potências de 0,4 a 7,5 kW.

Acima, o primeiro dínamo elétrico, de 1866; abaixo, fábrica com acionamento elétrico individual





## Isolantes

Os motores assíncronos atuais são baseados nos mesmos princípios físicos do motor construído por Dobrowolsky. As pesquisas se concentraram, desde então, no aperfeiçoamento e na redução do peso da máquina elétrica em relação à potência fornecida. O maior avanço tecnológico neste sentido se deve ao desenvolvimento dos isolantes elétricos.

A isolamento dos fios com seda natural ou artificial reduziu em cerca de 60% o espaço ocupado pelos condutores. Os vernizes de impregnação eram à base de resinas naturais, óleos e solventes, com capacidade térmica máxima de 90°.

A idéia de utilizar uma espécie de esmalte ou verniz começou a ganhar corpo por volta de 1900, nos Estados Unidos. Os materiais isolantes atuais são quase que inteiramente sintéticos. Os fios são esmaltados com vernizes que permitem com segurança a aplicação de camadas muito mais delgadas que as capas duplas de algodão, e apresentam uma rigidez dielétrica várias vezes superior e uma capacidade de suportar temperaturas cada vez mais elevadas.

## Peso/potência

O aperfeiçoamento tecnológico permitiu que os motores ficassem mais leves com o passar do tempo. Os projetistas, hoje, consideram no cálculo do motor uma grande gama de variáveis, permitindo escolher a melhor das soluções.

Observando-se o peso de um motor de mesma potência no decorrer do tempo, pode-se verificar que o motor atual tem 8% do peso do seu antecessor de 1891. O tamanho das máquinas vem diminuindo cerca de 20% a cada década.

## Conclusão

Se analisarmos o desenvolvimento das máquinas elétricas através da história e avaliarmos o seu atual estágio tecnológico, temos a sensação de que não há mais muita coisa a fazer.

Mas também sabemos que o desenvolvimento, uma vez desencadeado, não pára. O que, hoje, faz parte da ficção científica, amanhã poderá ser realidade. ■

## Aperfeiçoamento

A concorrência entre fabricantes provocou o rápido aperfeiçoamento do motor elétrico, pois o sucesso dependia da capacidade de colocar no mercado um produto de melhor qualidade, menor custo e menor relação peso/potência. Quando começou a fabricação em série, a diminuição de peso e tamanho trouxe um aspecto negativo: as dimensões variavam de um fabricante para outro, dificultando a intercambialidade.

Assim, começou-se a buscar uma padronização das características mais importantes do motor. Em 1923 foi publicada, na Alemanha, a norma DIN-VDE-2650, que fixava valores para rendimento, fator de potência, conjugado de partida e corrente de partida para motores abertos trifásicos com rotor em curto-circuito de 0,12 a 100 kW. Após a Segunda Guerra, iniciou-se a padronização dimensional. Em 1948, uma norma estabelecia dez dimensões de carcaças, mas levava em conta apenas motores de quatro pólos.

Dois anos depois foi criado um subcomitê da International Electrotechnical Commission - IEC -, visando a padronização das máquinas elétricas girantes. Mas ainda havia o problema da utilização de dois sistemas de medida diferentes (métrico e em polegadas). Optou-se então por estabelecer séries independentes de potências e dimensões, e a relação entre elas ficaria a cargo das associações normativas de cada país. Em 1956 foi publicada a primeira edição da norma IEC-72, que até hoje serve de diretriz para os países membros.

A norma brasileira NBR 5432/1983 segue as recomendações da IEC-72, porém propõe que, para motores de potência nominal igual ou inferior a 150 kW ou 200 cv, as potências deverão ser expressas preferencialmente em cv (cavalo-vapor). Para potências superiores são admitidas duas séries, uma em kW e outra em cv, que não são equivalentes entre si, porém são baseadas na série R 40.

O que se deduz é que uma padronização sensata deve oferecer a possibilidade de aperfeiçoamento e de desenvolvimento tecnológico. Por outro lado, é necessário que as normas tenham um maior período de validade, para se evitar desperdício com investimentos em ferramental, material e mão-de-obra. É preciso encontrar esse equilíbrio.