

## 1 MANUAL DE MOTORES ELÉTRICOS

### 1.1 HISTÓRICO

O ano de 1866 pode ser considerado, em termos práticos, como o ano de nascimento da máquina elétrica, pois foi nesta data que o cientista alemão Werner Siemens inventou o primeiro gerador de corrente contínua auto-induzido. Entretanto, deve-se mencionar que esta máquina elétrica, que revolucionou o mundo em poucos anos, 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, em Londres, a obra intitulada “De Magnete”, descrevendo a força de atração magnética. O fenômeno da eletricidade estática já havia sido observado pelo grego Tales, em 641 AC, ele verificou que ao atritar uma peça de âmbar com pano esta adquiria a propriedade de atrair corpos leves, como pelos, penas, cinzas, etc.

A primeira máquina eletrostática foi construída em 1663, pelo alemão Otto Guericke, e aperfeiçoada em 1775 pelo suíço Martin Planta.

O físico dinamarquês Hans Christian Oersted, ao fazer experiências com correntes elétricas, verificou ao acaso, em 1820, que a agulha magnética de uma bússola era desviada de sua posição norte-sul quando esta passava perto de um condutor no qual circulava corrente elétrica. Esta observação permitiu a Oersted reconhecer a íntima relação entre magnetismo e eletricidade, dando assim o primeiro passo em direção ao desenvolvimento do motor elétrico.

O sapateiro inglês William Sturgeon - que, paralelamente à sua profissão, estudava eletricidade nas horas de folga - baseando-se na descoberta de Oersted constatou, em 1825, que um núcleo de ferro envolto por um fio condutor elétrico transformava-se em imã quando se aplicava uma corrente elétrica, observando também que a força do imã cessava tão logo a corrente fosse interrompida. Estava inventando o eletroímã, que seria de fundamental importância na construção de máquinas elétricas girantes.

Mas as experiências com o magnetismo e a eletricidade não cessaram. Em 1832, o cientista italiano S. Dal Negro construiu a primeira máquina de corrente alternada com movimento de vaivém. Já no ano de 1833 o inglês W. Ritchie inventou o comutador, construindo um pequeno motor elétrico onde o núcleo de ferro enrolado girava em torno de um imã permanente. Para dar uma rotação completa, a polaridade do eletroímã era alternada a cada meia volta através do comutador. A inversão da polaridade também foi demonstrada pelo mecânico parisiense H. Pixii ao construir um gerador com um imã em forma de ferradura que girava diante de duas bobinas fixas com um núcleo de ferro. A corrente alternada era transformada em corrente contínua pulsante através de um comutador.

Grande sucesso obteve o motor elétrico desenvolvido pelo arquiteto e professor de física Moritz Hermann Von Jacobi - que, em 1838, aplicou-o a uma lancha.

Somente em 1866 Siemens construiu um gerador sem a utilização de imã permanente, provando que a tensão necessária para o magnetismo podia ser retirada do próprio enrolamento do rotor, isto é, que a máquina podia auto-excitar-se. O primeiro dínamo de Werner Siemens possuía uma potência de aproximadamente 30 watts e uma rotação de 1200rpm. A máquina de Siemens não funcionava somente como gerador de eletricidade. Podia também operar como motor, desde que se aplicasse aos seus bornes uma corrente contínua.

Em 1879, a firma Siemens & Halske apresentou, na feira industrial de Berlim, a primeira locomotiva elétrica, com uma potência de 2 kW.

A nova máquina de corrente contínua apresentava vantagens em relação à máquina a vapor, à roda d'água e à força animal. Entretanto, o alto custo de fabricação e sua vulnerabilidade em serviço (por causa do comutador) marcaram-na de tal modo que muitos cientistas dirigiram suas atenções para o desenvolvimento de um motor elétrico mais barato, mais robusto e de menor custo de manutenção.

Entre os pesquisadores preocupados com esta ideia destacam-se o iugoslavo Nicola Tesla, o italiano Galileu Ferraris e o russo Michael Von Dolivo Dobrowolsky. Os esforços não se restringiram somente ao aperfeiçoamento do motor de corrente contínua, mas também se cogitou de sistemas de corrente alternada, cujas vantagens já eram conhecidas desde 1881.

Em 1885, o engenheiro eletricitista Galileu Ferraris construiu um motor de corrente alternada de duas fases. Ferraris, apesar de ter inventado o motor de campo girante, concluiu erroneamente que motores construídos segundo este princípio poderiam, no máximo, obter um rendimento de 50% em relação à potência consumida. E Tesla apresentou, em 1887, um pequeno protótipo de motor de indução bifásico com rotor em curto-circuito. Também este motor apresentou rendimento insatisfatório, mas impressionou de tal modo a firma norte-americana Westinghouse, que esta lhe pagou um milhão de dólares pelo privilégio da patente, além de se comprometer ao pagamento de um dólar para cada HP que viesse a produzir no futuro. O baixo rendimento deste motor inviabilizou economicamente sua produção e três anos mais tarde as pesquisas foram abandonadas.

Foi o engenheiro eletricitista Dobrowolsky, da firma AEG, de Berlim, que, persistindo na pesquisa do motor de corrente alternada entrou, em 1889, com o pedido de patente de um motor trifásico com rotor de gaiola. O motor apresentado tinha uma potência de 80 watts, um rendimento aproximado de 80% em relação à potência consumida e um excelente conjugado de partida. As vantagens do motor com rotor de gaiola em relação ao de corrente contínua eram marcantes: construção mais simples, silencioso, menor manutenção e alta segurança em operação. Dobrowolsky desenvolveu, em 1891, a primeira fabricação em série de motores assíncronos, nas potências de 0,4 a 7,5kW.