

# O futuro dos motores elétricos industriais

Pedro Maia

WEGeuro – Indústria Elétrica S.A.

## TURBILHÃO DE MUDANÇAS

Ascendência do carro elétrico e das energias renováveis tem conduzido a uma mudança na sociedade. Ambiciona-se uma sociedade verde e limpa ao mesmo tempo que se evidenciam desafios árduos no atingimento das metas que visam limitar o aquecimento global.

Vemos uma crescente globalização criar uma proximidade nunca antes vista entre civilizações ao mesmo tempo que crises epidêmicas assolam o mundo e restringem as movimentações de milhões de pessoas.

Grandes migrações de refugiados de guerra, muitos deles com competências, conhecimento e experiência de nível superior que poderiam ser atores fundamentais na revolução digital e no desenvolvimento sustentável, provocam uma perda de talentos sem precedentes e inestimável.

Por fim, a quarta revolução industrial atingiu o mundo e provocou ondas de choque em várias vertentes. Numa época marcada por redes sociais e pela constante ligação à Internet, o mundo deparou-se com a transferência para a indústria destes conceitos. Já não é possível acreditar num mundo apenas físico, o digital fundiu-se com a nossa visão da realidade e pauta o nosso dia-a-dia, quer pessoal quer profissional.

O que mudará num produto com um longo passado de mais de 100 anos? Como se poderá adaptar um motor elétrico trifásico aos novos paradigmas ambientais, industriais e tecnológicos?

Tendo como base o relatório da Comissão Europeia "A vision for the European industry until 2030"<sup>[1]</sup> e a experiência e visão da WEG, este artigo pretende ilustrar a visão de um fabricante de motores industriais neste momento de transição.

## O MOTOR ELÉTRICO ATUAL

A tecnologia do motor elétrico assíncrono é conhecida desde 1888, tendo o motor de indução trifásico sido formalmente apresentado em 1891. Devido à sua construção simples e robustez esta tecnologia foi disseminada por toda a indústria que anteriormente se movia a vapor. De acordo com Moral<sup>[2]</sup>, em 2015 poder-se-ia afirmar que 80% dos motores elétricos são assíncronos trifásicos e trabalhavam com alimentação a frequência constante.

Construtivamente, um motor elétrico deste tipo é constituído por dois componentes principais: um estator bobinado e um rotor de

gaiola. O rotor, com veio, gira assente em rolamentos ou chumaceiras suportados pelas tampas do motor. Poderá ainda ter ventilação acoplada ao veio que permite a refrigeração do motor (Figura 1).

A construção do motor poderá então possuir variantes que permitam que este esteja apto a uma multitude de aplicações, nomeadamente para operar em zonas com atmosferas explosivas, submersos em fluidos, em temperaturas extremas ou aplicações com elevados níveis de vibrações. A sua robustez permite que opere nas mais duras condições sem colocar em causa a sua "boa" performance.

Paralelamente ao motor de indução trifásico, outras tipologias de motor têm surgido, desde os motores de relutância aos motores de ímãs permanentes, várias tecnologias têm sido desenvolvidas e testadas de forma a aumentar a abrangência da aplicação dos motores elétricos.

Com o advento da eletrónica de potência, os motores de indução assíncronos começaram a ser operados por variadores de frequência, permitindo a sua operação num maior leque de aplicações, em substituição de outras tecnologias mais complexas e menos robustas.

Ao mesmo tempo, os variadores de frequência abriram portas a novos mercados, permitindo um crescimento da utilização desta tipologia de motores e trazendo novos desafios aos fabricantes, como por exemplo, novos isolamentos para os estatores, aumento da dissipação de calor devido ao aumento das perdas do motor e meios de arrefecimento eficientes a velocidades variáveis.

No início do século XXI, o motor elétrico assíncrono trifásico poderia ser considerado um produto plenamente desenvolvido e sem grande potencial para crescimento. Mas será efetivamente esta a realidade? Ou existe ainda caminho para evolução e crescimento?

## A MUDANÇA DO MEIO INDUSTRIAL

Tal como o motor sofreu mutações ao longo do seu percurso, também a indústria evoluiu de forma dinâmica. O que há 20 anos era o auge da tecnologia, é agora obsoleto face aos novos paradigmas tecnológicos. O computador tornou-se vital, a Internet generalizou-se, o poder computacional dos telemóveis ultrapassou largamente os computadores existentes na viragem do milénio.

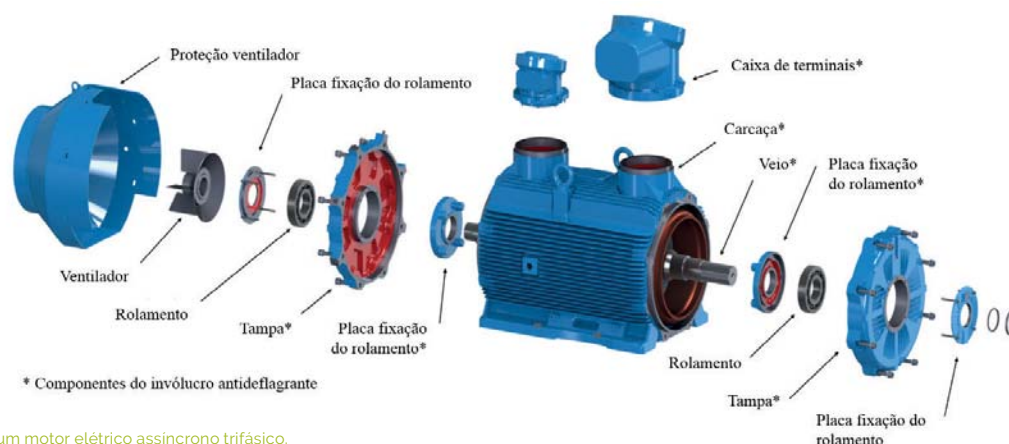


Figura 1. Vista explodida de um motor elétrico assíncrono trifásico.

Hoje, pretende-se que uma fábrica seja limpa e enxuta, que a produção seja contínua, sem falhas e sem excesso de *stock*, e que o conhecimento flua de forma ininterrupta por todos os intervenientes da cadeia produtiva.

A revolução digital que agora se vive trouxe para a indústria produtiva, de pequeno e médio porte, noções de eficiência e qualidade há muito associadas apenas à indústria automóvel e de eletrónica.

Hoje não basta produzir um produto com qualidade, é necessário produzi-lo de forma sustentável, com um custo de produção baixo, no mais curto espaço de tempo, sem desperdícios e num espaço de trabalho com qualidade (a nível ambiental, de segurança e ergonómica).

A possibilidade de analisar todo a planta produtiva ao vivo, com recurso a indicadores dinâmicos e sistemas preditivos, deverá permitir ações de aumento de produtividade extremamente relevantes para fazer face à crescente pressão do mercado para a redução dos custos.

As mudanças de paradigma associadas à Indústria 4.0, atenuando a linha entre produto e serviço e transferindo a eficiência da produção em série para a customização do lote unitário, trazem novos desafios para os fabricantes.

A indústria dos motores elétricos não é exceção, tendo o desafio adicional de adaptar um produto com mais de um século aos paradigmas emergentes, desafiando equipas de Engenharia e Desenvolvimento a descobrir o futuro, utilizando novos métodos e ferramentas e quebrando os limites do existente para atingir um produto que possa fazer face ao turbilhão de especificações/requisitos que o mundo anseia.

### O QUE ESTÁ A MUDAR NO MOTOR ELÉTRICO INDUSTRIAL?

Tendo em conta o enquadramento realizado anteriormente, constata-se que o motor elétrico industrial está numa época de mudança e

reinvenção. A sua utilização é transversal e prevê-se que assim seja mantido com a crescente transição das energias fósseis para a energia renovável. De seguida enumeram-se alguns dos principais desafios que, enquanto fabricante, se preveem para os próximos anos.

### OPERAÇÃO COM VARIADORES DE FREQUÊNCIA

A operação com variador de frequência tem vindo a tornar-se uma prática recorrente mesmo nos motores de maior potência. A crescente capacidade da eletrónica de potência permite o acionamento de motores de média e alta tensão, o que por sua vez transporta o motor elétrico para aplicações anteriormente dominadas por outras tecnologias.

As grandes vantagens dos motores com variação de frequência são amplamente conhecidas, reforça-se, no entanto, a possibilidade de variar o débito das aplicações (bombas, ventiladores) sem ser por meio de introdução de maiores perdas no sistema ou com recurso a engrenagens e caixas de velocidades.

Esta possibilidade introduz vantagens competitivas ao nível da eficiência do sistema completo e da redução do número de componentes mecânicos acoplados. Permite ainda concentrar no painel sistemas de controlo e proteção de forma sinérgica com o motor e até mesmo integrados com os restantes equipamentos existentes.

A aplicação dos variadores traz, no entanto, desafios aos fabricantes de motores elétricos, a carga harmónica imposta ao motor implica um reforço do isolamento do estator, traduzindo-se muitas das vezes ao desenvolvimento de novos vernizes e fios. Implica igualmente perdas adicionais, muitas vezes difíceis de prever que provocam um aquecimento excessivo ao motor e conseqüentemente pode criar a necessidade de aumento da ventilação ou redução de potência.





**TM2A**  
O seu parceiro de negócio na indústria

**ACIONAMENTOS ELETROMECÂNICOS**

- ✓ Motores Elétricos
- ✓ Redutores / Micro Redutores Ca
- ✓ Técnicas Lineares
- ✓ Transmissão Mecânica
- ✓ Rolamentos e Componentes
- ✓ Embraiagens, Freios Eletromagnéticos e Limit. de Binário

**AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

- ✓ Controladores
- ✓ Variadores de Frequência
- ✓ Encoders / Sensores
- ✓ Sistemas de Pesagem
- ✓ Lasers Industriais
- ✓ Comando Via Radio
- ✓ Material Elétrico
- ✓ Programação / Soluções Chave na Mão

**FLUIDOS**

- ✓ Válvulas / Eletroválvulas
- ✓ Atuadores / Eletrobombas
- ✓ Compensadores / Juntas Dilatação
- ✓ Instrumentação / Aparelhos de Medida
- ✓ Bombas de Vácuo e Compressores DVP

**ASSISTÊNCIA TÉCNICA**

- ✓ Maquinaria especializada: torno / fresa
- ✓ Serralharia e Soldadura especializada

**ASSISTÊNCIA TÉCNICA MECÂNICA / ELETRÓNICA**

Rua Cidade de Viena, 2 · Parque Industrial do Arneiro · 2660-456 S. Julião do Tojal (LRS)  
T: + 351 219 737 330 | F: + 351 219 737 339 | info@tm2a.pt | www.tm2a.pt

**Assistência Técnica: + 351 961 740 539**

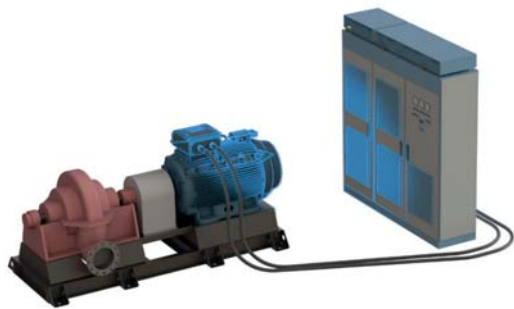


Figura 2. Sistema esquemático de acionamento de motor elétrico.

Para motores de maiores dimensões existe ainda um ponto adicional que necessita avaliação, as frequências críticas do rotor e do motor (ver Figura 3). Estas, numa situação normal deverão estar afastadas de uma frequência de excitação (rotação mecânica, frequência de alimentação e respetivos múltiplos), caso tal não aconteça poderão ocorrer vibrações elevadas.

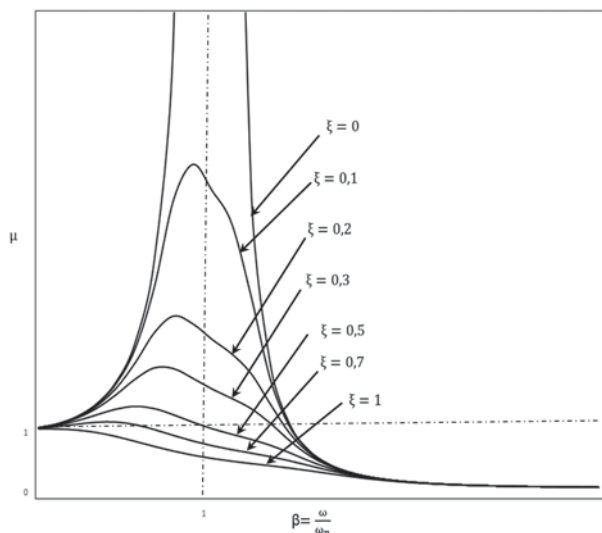


Figura 3. Ilustração do fator de amplificação da vibração na operação junto a uma velocidade crítica.

Num motor operado por variador de frequência poderão ocorrer zonas de ressonância que deverão ser evitadas para garantir a não existência de problemas na aplicação.

## EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A necessidade de obter sustentabilidade ambiental e garantir que o consumo energético mundial não continue no seu crescimento descontrolado é partilhado pela grande parte dos países do mundo.

Em particular na União Europeia, e de acordo com as perspetivas para a indústria até ao ano de 2030 [1], os esforços de melhoria da eficiência energética são consideráveis. Para tal contribuem novas regulamentações relativas ao *design* ecológico dos produtos.

No que se refere aos motores elétricos iremos passar por uma grande mudança em 2021, será obrigatória a utilização de motores IE3 acima de 0,75 kW, mesmo em motores com variador de frequência.

Para além desta mudança, passarão a estar incluídos no escopo os motores de 60 Hz, motores para áreas classificadas (excluindo os motores 'Ex eb') e motores TEAO (*totally closed air over*), estes últimos vastamente usados em ventilação.

Em 2023, a regulamentação passará a obrigar um nível de eficiência IE4 para motores de uso geral entre 75 e 200 kW e 2 a 6 polos. Incluirá também a obrigação de nível IE2 para os motores 'Ex eb', que se encontravam excluídos anteriormente.

Pretende-se com estas medidas tender para uma melhor eficiência no consumo energético na Europa e dessa forma atingir o crescimento necessário garantindo o atingimento das metas de mitigação do aquecimento global.

## DIGITALIZAÇÃO

A conexão das "coisas" entre si e a sistemas centralizados irá permitir o acesso a volumes de dados nunca antes obtidos. Tal volume de dados cria oportunidades e desafios que devem ser equacionados.

Nomeadamente no motor elétrico, a multiplicação dos sensores e a sua redução para preços extremamente baixos aumentou consideravelmente a informação disponível, dando acesso a dados de temperatura, vibração, campo magnético entre outros.

Estes dados, utilizados de forma automática através de algoritmos de inteligência artificial e aprendizagem autónoma irão permitir o diagnóstico destes equipamentos e até a previsão de falhas futuras e a sua mitigação de forma atempada.

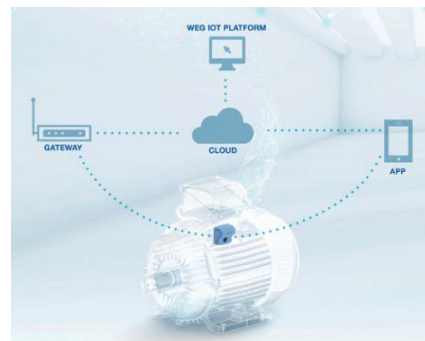


Figura 4. Sensores e conexão à Cloud dos motores.

A redução de falhas contribuirá para uma maior produtividade da indústria e para menores custos de manutenção. Em contrapartida o crescente volume de dados levará ao limite infraestruturas menos modernizadas e implicará investimentos para conseguir atender a esta nova demanda.

Para auxiliar neste mundo digital, que já não se dissocia do mundo físico, serão necessárias novas competências, nomeadamente na ciência de dados, que terão de ser desenvolvidas nas mais diversas áreas. Os trabalhadores que farão a manutenção dos motores elétricos do futuro estarão munidos de várias tecnologias, como Realidade Virtual e Aumentada, estarão incumbidos de análises preditivas baseadas em modelos estatísticos avançados e análise crítica de problemas.

## CONCLUSÕES

Ao longo deste artigo foi realizado um apanhado do panorama mundial e da história e estado atual do motor elétrico. O enquadramento atual do mundo impulsiona o desenvolvimento e a investigação em todos os produtos, mesmo aqueles com uma longa história de desenvolvimento. O futuro do motor elétrico industrial, um pouco alheado aos motores para veículos elétricos, revela-se aliciante e desafiador. A construção de novos paradigmas e a demolição de velhos mitos será feita com recurso a grandes volumes de dados e a competências novas que várias áreas terão obrigatoriamente que desenvolver para garantir a sua presença num mundo volátil e complexo.

## REFERÊNCIAS

- [1] Comissão Europeia, "A vision for the European industry until 2030", Comissão Europeia, Luxemburgo, 2019.
- [2] F. J. Mora, *Máquinas Eléctricas*, Madrid: Ibergarceta Publicaciones, S.L., 2015.