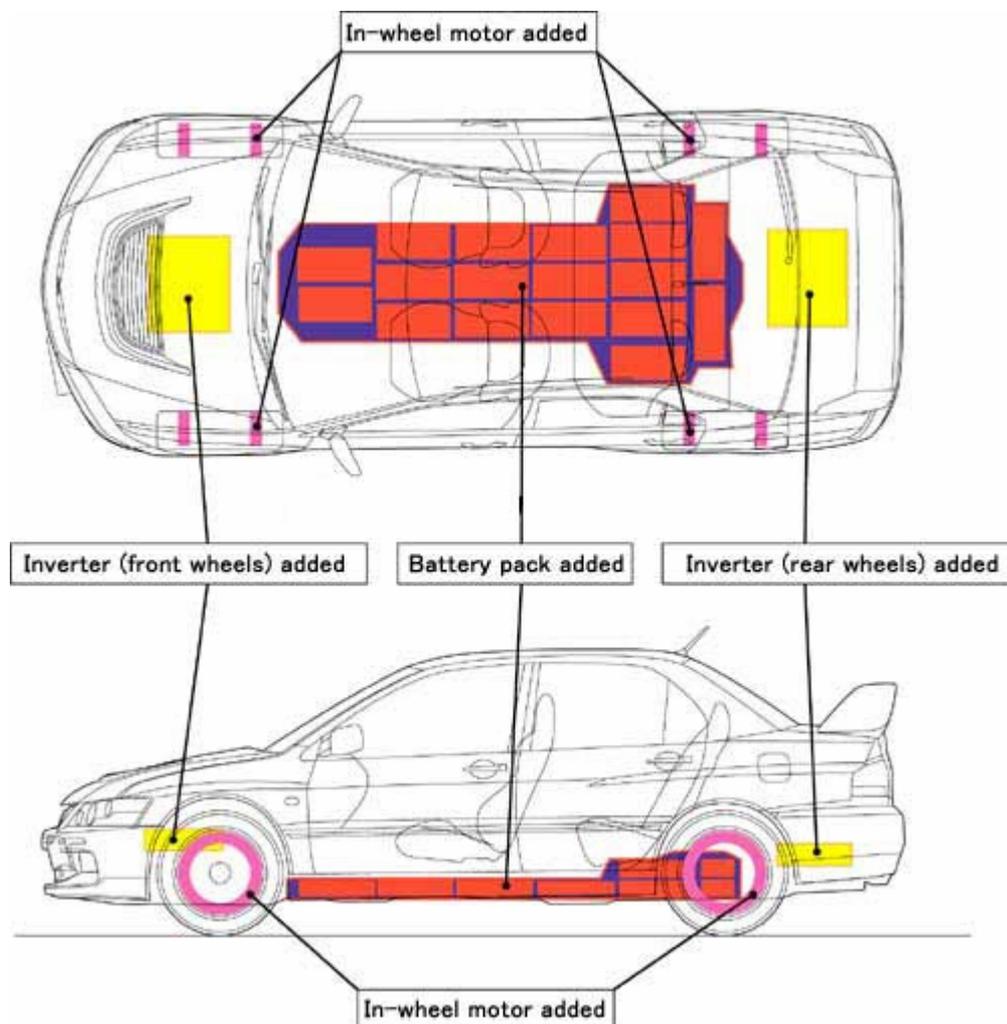


Instituto Politécnico de Viseu

Escola Superior de Tecnologia

Departamento de Engenharia Electrotécnica

# Direct Drives



Vasco Santos - 2006

## Motor direct drive

### 1. Introdução



**Fig 1.** - Direct drive

Uma categoria de motores em crescente popularidade para aplicações em robótica, tracção eléctrica, e maquinaria em geral são os direct drive motors (motores de accionamento directo). Dentro desta categoria são agrupados motores baseados em diferentes tecnologias, tais como relutância variável, DC de ímanes permanentes, AC de ímanes permanentes comutados electronicamente. Tendo em comum o facto de poderem ser acoplados directamente à carga, não necessitam de engrenagens reductoras, e possibilitarem baixas velocidades de rotação, velocidades a partir de algumas rotações por segundo. Isto aliado à elevada precisão de posicionamento de alguns destes motores, ao elevado binário e reduzidas dimensões tornam-nos os motores de excelência do futuro.

Os benefícios dos direct drives não estão limitados às aplicações que utilizam motores rotativos. Sistemas direct drive lineares permitem eliminar os dispositivos de translação mecânicos como por ex: parafusos sem fim, cremalheiras, pinhões, oferecendo performance equivalente, manutenção zero, operação e controlo melhoradas.

### 2. Tecnologias de motores

A evolução tecnológica trouxe diversas vantagens que levaram ao uso de novos tipos de motores em detrimento dos já existentes.

Motores DC com escovas

1975-1998

Eficiência de 50%

Boa controlabilidade

Necessidade de caixas reductoras

Ruído proveniente das escovas e caixas reductoras

Necessidade de manutenção (escovas, colector..)

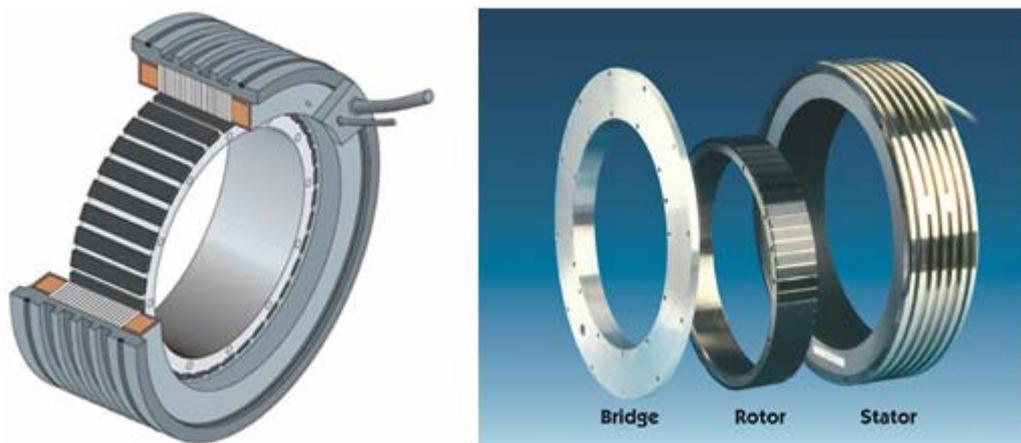

<p>Motores AC de Indução</p> <p>1998-2005</p> <p>Eficiência de 55%</p> <p>Boa controlabilidade (através de VEV)</p> <p>Assíncronos</p> <p>Necessidade de caixas redutoras</p> <p>Necessidade de alguma manutenção</p>

<p>Motores AC de imanes permanentes</p> <p>2005-Futuro</p> <p>Eficiência de 65%</p> <p>Elevada controlabilidade</p> <p>Síncronos</p> <p>Necessidade de caixas redutoras</p> <p>Necessidade de alguma manutenção</p>

<p>Motores AC de imanes permanentes – Direct Drive</p> <p>2005-Futuro</p> <p>Eficiência de 80%</p> <p>Excelente controlabilidade</p> <p>Síncronos</p> <p>Não necessitam engrenagens redutoras</p> <p>Silenciosos</p>

**Tab 1. - Migração de tecnologias de motores**

### 3. Constituição de um direct drive



**Fig 2.** - Elementos de um direct drive

Genericamente um direct drive de ímanes permanentes é constituído pelos seguintes elementos:

Rotor de aço com ímanes permanentes

Bobinas do estator

Estator laminado incorporando os enrolamentos e fixo à carcaça externa

A carcaça poderá incorporar um circuito de refrigeração (ar, água, líquido refrigerante)

Se necessário poderá ser provido de travão mecânico e outros complementos

### 4. Características dos direct drive



**Fig 3.** - Desenho mecânico compacto dos direct drive

Os motores de accionamento directo (direct drive) são motores de características técnicas diferentes dos motores tradicionais.

Estes motores disponibilizam directamente à carga um elevado binário e velocidades que podem variar desde algumas rotações por minuto até muitas centenas de r.p.m. Alguns não têm rolamentos e são suportados na estrutura da própria máquina em que se encontram inseridos, têm relações relativamente grandes diâmetro-

comprimento tendo por resultado um motor com perfil baixo em forma anel, estando disponíveis com um eixo sólido ou oco.

São motores síncronos e possuem um número relativamente elevado de pólos e existem para diferentes formas de alimentação: contínua, alternada, monofásicos, trifásicos. O ruído audível do motor é mais baixo do que de um motor tradicional.

## 5. Controlo dos direct drive

Para explorar todas as potencialidades dos direct drives, estes têm de ser actuados por equipamento electrónico específico que interprete os sinais do dispositivo de realimentação (caso exista) e forneça a energia necessária, na forma necessária ao motor para este executar a tarefa pretendida.

Alguns motores incorporam de fábrica dispositivos de realimentação de alta resolução perfeitamente alinhados. Dos dispositivos de realimentação destacam-se os resolvers, encoders e sensores de efeito de Hall, este último é particularmente útil em motores lineares.

Exigências para um controlador servo para o uso em sistemas direct drive:

Desempenho dinâmico elevado com tempos curtos de ciclo

Sensor de efeito de hall, encoder absoluto

Controlo da velocidade, aceleração, corrente do motor

Compensação de erro através da realimentação

Uso de tecnologia de observação

## 6. Refrigeração

Destacam-se os seguintes mecanismos de refrigeração para sistemas de movimentação directa:

Refrigeração por convecção (Convection cooling): método simples menos eficaz em que o arrefecimento deve-se ao deslocamento de ar originado pelo próprio movimento do motor

Refrigeração por ar comprimido: o ar comprimido é usado para direct drives de média, baixa potência ou para ciclos de trabalho curtos

Water cooling – refrigeração a água, altamente eficaz e excelente controlo da temperatura

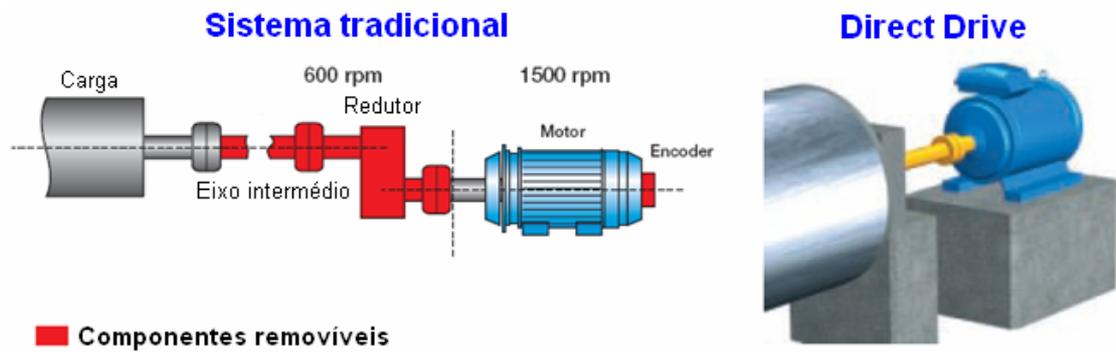
A refrigeração activa incrementa:

Continuidade de serviço

Vida útil do mecanismo e dos rolamentos

Precisão avaliável

## 7. Vantagens



**Fig 4.** - Comparação sistema tradicional – direct drive

Como foi dito, estes motores permitem eliminar a caixa de engrenagens e outros acessórios mecânicos, o que aumenta o desempenho dinâmico da máquina e permite:

Redução do ruído produzido

Aumento da exactidão (10 vezes maior)

Elevada precisão, receptibilidade e resolução

Redução de folgas e movimento suave

Simplificação do sistema em que são inseridos

Redução das dimensões do sistema e do número de peças constituintes

Elevada fiabilidade do sistema

Manutenção reduzida

Usáveis em condições de limpeza uma vez que não são necessários lubrificantes

## 8. Desvantagens

Os sistemas com direct-drive ainda têm elevados custos iniciais, que podem ser da ordem dos 30% a 400% superiores ao custo dos sistemas convencionais. Mas tipicamente após 5 anos de vida os sistemas convencionais podem ter um custo acumulado de 3 a 10 vezes superior ao dos direct drive devido à manutenção e vida útil.

## 9. Aplicações

Propulsão eléctrica de veículos automóveis

Movimentação de robôs

Elevadores

E quase todas as aplicações dos motores tradicionais



**Fig 5.** - Direct drive colocado directamente numa roda motriz de um veículo



**Fig 6.** - Robô industrial que utiliza direct drives para movimentar as suas articulações

## 10. Referências

Marco e Pedro, “Carro Eléctrico a Energias Renováveis”, projecto 5º ano 2006

<http://paultan.org/archives/2005/08/25/mitsubishi-lancer-evolution-miev/>

<http://www.allegromicro.com/techpub2/compumot/a21a22.pdf>

<http://www.rtri.or.jp/infoce/wcrr97/D4242/D4242.html>