

## "Empresa Virtual"

A EDINFOR, empresa do Grupo EDP, atribui anualmente um Prémio de escultura, entre os autores participantes no concurso, subordinado a um determinado tema. Este ano foi definido o conceito de "Empresa Virtual".

No dia-a-dia das relações entre indivíduos, empresas, organizações ou Estados, a troca de informação é uma constante que condiciona toda a actividade económica, social ou política, modelando o mundo aos anseios e ambições da Humanidade. Desta disputa e cruzamento de informações nasceu o conceito de Empresa Virtual, que serviu de tema para o III Prémio de Escultura.

Quando o conceito de empresa se alia á descrição de uma noção de virtualidade, surge um tema que mais uma vez vem desafiar os artistas para a materialização das suas esculturas. Enquanto que no ano passado o tema proposto foi o "Ciberespaço", em 1997 escolheu-se a "Empresa Virtual".

A prestação de serviços materializa a empresa EDINFOR, mas tal não implica que se chegue a uma realidade que seja virtual. Talvez se possa dizer, procurando uma definição aproximada do tema proposto, que a Empresa Virtual se traduz por mero entreposto que centraliza a distribuição de determinados produtos para satisfação de necessidades específicas.

Se a Empresa Virtual não tem existência física, existe porém enquanto entidade abstracta que gera a satisfação de determinadas exigências do Homem, ou seja, só "existe" na medida em que for útil á prossecução de objectivos precisos. É assim que dois conceitos, aparentemente antagónicos, se fundem: empresa como entidade física e palpável e a virtualidade como algo que define o imaterial. O conceito de Empresa Virtual ganha sentido pelas razões inversas inerentes aos conceitos tradicionais.

Para o próximo ano a temática centra-se na "Globalização", uma realidade cada vez menos virtual. □

Prof. Dr. Eng. Hermínio Duarte-Ramos  
Grupo de Engenharia Sistemica (DEE/FCT/UNL)

## Rectificação Hexafásica de Ponto Médio

### 1. Circuito hexafásico

Com um transformador alimentado pela rede trifásica de distribuição de energia, tendo o primário ligado em triângulo (por razões vantajosas quanto à terceira harmónica), pode-se subdividir a meio os enrolamentos nas três pernas do secundário, de modo a se definir duas estrelas trifásicas de tensões em oposição. Assim, é possível obter um sistema de rectificação hexafásica (Fig. 1a) colocando um diodo em cada fase do secundário e a carga (com o respectivo indutor de alisamento) entre os cátodos dos diodos e a tomada central do enrolamento hexafásico.

O diagrama fasorial (Fig. 1b) indica a sequência das seis fases, donde se vê que o sistema hexafásico equivalente a dois sistemas trifásicos em posição (Fig. 1c).

### 2. Carga do rectificador

Cada fase contribui para a tensão rectificada  $u$  durante um sexto do período, exactamente quando a tensão da correspondente fase é superior às restantes (Fig. 1d). A ondulação da tensão rectificada resulta menor que na rectificação trifásica, pois há seis pulsações por período, cada uma com menor valor pico-a-pico.

Supondo a tensão na fase I em fase com a origem do tempo,  $u_1 = \sqrt{2}U_2 \sin \omega t$ , que conduz entre os ângulos  $\theta = 60^\circ$  e  $\theta = 120^\circ$  (relativos ao intervalo  $T/6$  ou  $\pi/3$  rad), o valor médio da tensão de saída será

$$U_{di0} = 1,35U_2$$

donde se calcula a corrente

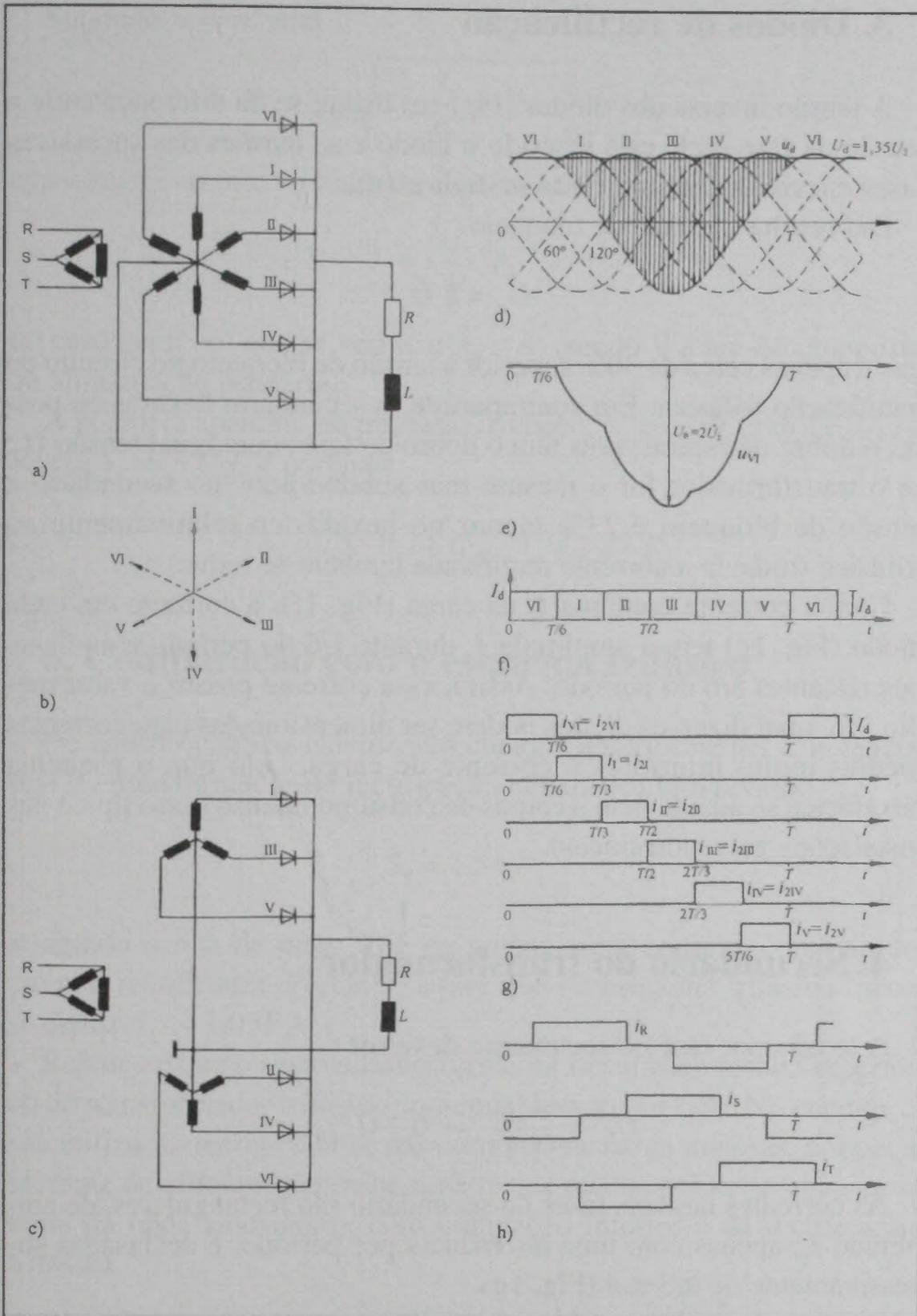
$$I_d = \frac{U_{di0}}{R}$$

Se a tensão  $U_2$  por fase for igual ao valor no circuito trifásico a tensão rectificada vem superior; considerando  $U_2$  igual a metade desse valor (por repartição a meio do enrolamento secundário do mesmo transformador) a saída hexafásica é menor mas com menos ondulação.

As seis pulsações por período (Fig. 1d) determinam o decréscimo indutivo da tensão contínua

$$D_x = f L_k I_d$$

que é duplo do decréscimo apresentado pela rectificação trifásica em iguais condições de dispersão por fase. A corrente média, por isso, será mais reduzida, devido à intervenção da sobreposição nas comutações de diodos.



**Fig. 1** - Sistema de rectificação hexafásica, com transformador triângulo-estrela (trifásico-hexafásico).  
 a) Esquema hexafásico.  
 b) Diagrama fasorial.  
 c) Equivalência do sistema hexafásico a dois sistemas trifásicos em oposição entre si.  
 d) Tensões das fases e tensão contínua rectificada.  
 e) Tensão inversa de um diodo.  
 f) Corrente contínua rectificada idealmente.  
 g) Correntes nos diodos e nas pernas do secundário do transformador.  
 h) Correntes nas linhas de alimentação do primário do transformador.

No sistema hexafásico de rectificação verifica-se

$$U_k = U_2$$

pois  $u_k$  representa a diferença entre as tensões de duas fases sucessivas, as quais estão desfasadas entre si de  $60^\circ$ , como se vê do diagrama fasorial.

## Emergência e Complexidade

O "Prémio Científico IBM' 96" no valor de 3 mil contos, foi atribuído ao Prof. José Luiz Fiadeiro, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, pelo trabalho "Emergência em Sistemas de Software Complexos". Trata-se de um estudo que procura aprofundar a interacção entre diversos componentes, podendo estes ser informáticos, mecânicos ou humanos.

Esta é a 7ª edição do "Prémio Científico" instituído pela IBM Portuguesa, que tem por objectivo distinguir novos valores na área da computação teórica e aplicada. Trata-se de uma distinção da IBM única no mundo, e que tem contribuído para apoiar a investigação desenvolvida por jovens cientistas portugueses (com idade inferior a 36 anos) que se destaquem pelo elevado mérito e qualidade dos seus trabalhos de investigação.

Na cerimónia de entrega do Prémio no Centro Cultural de Belém, estiveram presentes, para além do Ministro da Ciência e Tecnologia, o presidente da IBM Portuguesa, Alfonso Guevara e o presidente do júri do "Prémio Científico IBM", Prof. Carlos Salema, bem como os principais representantes da comunidade científica nacional.

Igualmente presente nesta ocasião, o responsável pela equipa que desenvolveu o projecto "Deep Blue", Dr. Chung-Jen Tan, fez uma intervenção sobre "Investigação & Desenvolvimento na IBM". Recorde-se que, o super-computador "Deep Blue" foi protagonista de um histórico encontro de xadrez, este ano, com o campeão mundial, Gary Kasparov, tendo conseguido derrotar o jogador russo.

Já se encontra aberto o concurso para o Prémio Científico de 1997, tanto em áreas da computação teórica ou aplicada como da ciência e engenharia computacional (Química, Mecânica, Matemática, Electrotécnica, etc).

Informa: IBM / Prémio Científico, Praça de Alvalade, 7, 1799 Lisboa Codex. □

## Cidade das Ciências e da Indústria

A Cidade das Ciências e da Indústria de La Villette constitui um dos maiores complexos turísticos, culturais e de lazer existentes a nível mundial, sendo inteiramente dedicada às ciências e às técnicas. É um exemplo bem sucedido de reordenamento do território, tendo sido instalada numa antiga área industrial de 55 hectares da região nordeste de Paris. Situada na zona norte do Parque de La Villette, onde desenvolve numerosas actividades culturais, a Cidade é um dos emblemas da Paris contemporânea. A Cidade das Ciências festejou o 10º aniversário em 1996, tendo recebido mais de 35 milhões de visitantes desde a sua abertura.

Instituição inovadora nos domínios da museologia científica e técnica e da educação informal, a Cidade tem preparado várias exposições itinerantes para difundir no exterior os conhecimentos de que dispõe. Entre as mostras concebidas para itinerância em França e no estrangeiro contam-se exposições pedagógicas lúdicas especificamente orientadas para o despertar científico e técnico das crianças, que têm alcançado grande êxito junto do público em geral e do mundo educativo, em particular. Cinco destas exposições são apresentadas em Lisboa, entre 15 de Outubro de 1997 e 6 de Janeiro de 1998, no Centro Cultural de Belém, numa iniciativa do Ministério da Ciência e da Tecnologia, em parceria com a Fundação das Descobertas.

A Cidade não é um museu como os outros. Funcionando ao mesmo tempo como centro de exposições, de documentação e de comunicação, permite apresentar o desenvolvimento das ciências, das técnicas e dos conhecimentos técnicos industriais. Assim, cada pessoa tem a possibilidade de aí tomar contacto com o mundo científico e técnico da actualidade, descobrindo e preparando o mundo de amanhã. Exposições, serviços, actividades múltiplas e complementares fazem deste lugar uma verdadeira cidade – activa, inventiva, animada. □

### 3. Diodos de rectificação

A tensão inversa dos diodos (Fig. 1e) deduz-se da diferença entre a tensão da fase onde está inserido o diodo e as tensões das sucessivas fases em condução (tracejado na figura 1d).

Daí resulta a tensão de bloqueio

$$U_B = 2 \hat{U}_2$$

que é apenas cerca de 30% superior à tensão de bloqueio no circuito de rectificação trifásica. Em contrapartida, o secundário hexafásico possui o dobro de espiras, pois tem o dobro de fases com igual tensão  $U_2$ ; se o transformador for o mesmo mas subdividido no secundário a tensão de bloqueio é 73% menor no hexafásico relativamente ao trifásico (todavia a corrente rectificadora também se reduz).

Com a corrente contínua  $I_d$  na carga (Fig. 1f), a corrente em cada diodo (Fig. 1g) tem a amplitude  $I_d$  durante 1/6 do período e anula-se nos restantes 5/6 do período. Assim, essa corrente possui o valor médio  $I_d/6$ , quer dizer, os diodos podem ser dimensionadas para correntes médias muito inferiores à corrente de carga, pelo que o esquema hexafásico se adapta bem a cargas de consumo intenso (caso típico nas instalações galvanotécnicas).

### 4. Secundário do transformador

A tensão por fase no secundário deve ser

$$U_2 = \frac{U_{di0}}{1,35} = 0,74 U_{di0}$$

As correntes nas seis fases do secundário são rectangulares, de amplitude  $I_d$ , apenas com uma alternância por período, e desfasadas sucessivamente de  $\pi/3$  rad (Fig. 1g).

O valor eficaz da corrente secundária vem

$$I_2 = \frac{I_d}{\sqrt{6}} = 0,41 I_d$$

e a potência aparente no secundário,  $S_2 = 6 U_2 I_2$ , resulta

$$S_2 = 6 \cdot 0,74 U_{di0} \cdot 0,41 I_d = 1,82 P_d$$

### 5. Primário do transformador triângulo-estrela

As correntes no primário ou na linha de alimentação do transformador calculam-se pela sobreposição dos efeitos das duas estrelas em oposição entre si a que equivale o secundário hexafásico. Já se sabe qual a correspondência das correntes nas fases de alimentação do primário e uma estrela trifásica secundária percorrida pela corrente  $I_d$  durante um único intervalo por período. Basta agora sobrepor as respectivas correntes, desfasadas de  $60^\circ$  conforme a estrela trifásica secundária a que diz respeito, e atender a que as correntes em ambas as estrelas trifásicas estão opostas relativamente às fases referenciadas R, S e T (Fig. 1h).

Supondo  $n_1 = n_2$  será

$$I' = I_d \sqrt{2 \cdot \frac{1}{6} + 2 \cdot \frac{2}{6}} = I_d$$

e, assim, a corrente na linha de alimentação tem o valor eficaz

$$I = \frac{U_2}{V} I_d$$

no caso geral em que se verificar  $n_1 \neq n_2$  (sendo  $V$  a tensão composta da alimentação primária).

A potência aparente no primário trifásico,  $S_1 = \sqrt{3}VI$ , com  $I = U_2 I_d / V$  será  $S_1 = \sqrt{3} U_2 I_d$  e portanto

$$S_1 = 3 \cdot 0,74 U_{d10} \cdot I_d = 1,27 P_d$$

## 6. Comparação com o esquema trifásico

De acordo com os cálculos efectuados anteriormente, a potência tipo do transformador de rectificação hexafásica tem o valor

$$S_T = 1,54 P_d$$

atingindo acima de mais 50% da potência em corrente contínua do circuito rectificador. Portanto, é pior que no esquema trifásico (onde se deduz  $S_T = 1,05P_d$ ).

Repare-se que o custo do transformador hexafásico resulta superior ao do transformador trifásico com igual tensão por fase. No entanto, a sua utilização recomenda-se nas correntes de carga intensas, porque a corrente de alimentação exhibe uma forma menos poluente (mais próxima da onda sinusoidal), com ondulação inferior à da rectificação trifásica.

**Leia e Assine a Revista**  
**ELECTRICIDADE**  
 para Engenheiros  
 Electrotécnicos  
 em Língua Portuguesa  
 com difusão no Mundo  
 em todos os Continentes

## Documentos da UNIPEDE

Várias comissões técnicas no âmbito da UNIPEDE organizam estudos sobre diferentes questões relacionados com a energia eléctrica. Dos documentos publicados referem-se os que se indicam a seguir:

*Technical co-ordination between electricity companies in a very extensive interconnected network* (Nov. 1996, Ref. 04002Ren9647).

*Distribution network configuration and design: Likely trends in distribution systems* (Sept. 1995, Ref. 05004-Ren9537).

*Distribution network configuration and design: Evolution of technical solutions* (Sept. 1995, Ref. 05004-Ren.9538).

*Distribution network configuration and design: Network design. Applied practices in European countries* (Sept. 1995, Ref. 0554Ren9539).

*Distribution network configuration and design: Applied practices, likely trends and evolution of technical solutions* (Sept. 1995, Ref. 05004-Ren9540).

*Electricity tariff structures in the European Union member states* (Oct. 1996, Ref. 06002Ren9645).

Esta documentação tem o formato de relatórios, objectivos e com a informação pertinente, pretendendo efectuar o estado da arte em cada um dos temas.

Tendo em vista a sua actualidade, o primeiro e o último dos documentos referidos apresentam interesse: um pela relação das empresas particulares com as grandes redes inter-conectadas e o outro pelo problema candente das tarifas da electricidade. □

**Adquira Livros**  
**através da Revista**  
**ELECTRICIDADE**  
**escolhendo os mais**  
**úteis pelas recensões**