

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E ENERGIA

---

# Guia Técnico das Instalações de Produção Independente de Energia Eléctrica.

---



# **GUIA TÉCNICO DAS INSTALAÇÕES DE PRODUÇÃO INDEPENDENTE DE ENERGIA ELÉCTRICA**

**DIRECÇÃO - GERAL DE ENERGIA  
LISBOA  
JUNHO DE 1994**

## **FICHA TÉCNICA**

Título - Guia Técnico das Instalações de Produção  
Independente de Energia Eléctrica  
Director - Eng<sup>o</sup> Vasco Coucello  
Autoria - Direcção de Serviços de Energia Eléctrica  
Coordenação Editorial e Distribuição - Divisão de Informação  
e Relações Externas  
Edição - Direcção - Geral de Energia  
Av. 5 de Outubro, 87 - 1000 Lisboa  
Tel. - (01) 793 95 20 / 31  
Linha Azul - ( 01) 795 19 80 Fax - (01) 793 95 40  
Design - Ogilvy & Mather Portugal  
Impressão - Aço ( Irmãos ), Ld<sup>a</sup>  
Tiragem - 500 exemplares  
Registo - ISBN Nº 972 - 9030 - 71 - 5  
Depósito Legal Nº 37225 / 90  
2ª Edição - Junho de 1994  
Lisboa

# ÍNDICE

	Pág.
PARTE 1 - GENERALIDADES .....	7
1.1 - INTRODUÇÃO .....	7
1.2 - OBJECTIVO .....	7
1.3 - DEFINIÇÕES .....	7
1.3.1 - Rede Receptora (RR) .....	7
1.3.2 - Instalação de produção independente de energia eléctrica (abreviadamente, instalação de produção) .....	7
1.3.3 - Instalação de co-geração .....	8
1.3.4 - Ponto de interligação (PI) .....	8
1.3.5 - Ponto de ligação (PL) .....	8
1.3.6 - Gerador assíncrono .....	8
1.3.7 - Gerador síncrono .....	8
1.3.8 - Tensão nominal da rede receptora .....	8
1.3.9 - Potência total de uma instalação de produção independente .....	9
1.3.10 - Sistema de produção .....	9
1.3.11 - Ramal ( R ) .....	9
PARTE 2 - DOCUMENTAÇÃO A APRESENTAR NA DGE .....	11
2.1 - PROJECTO DAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS .....	11
2.2 - EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS .....	12
2.3 - EXPLORAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS .....	12
PARTE 3 - PROBLEMAS NA FRONTEIRA ENTRE A PRODUÇÃO DESCENTRALIZADA E A REDE RECEPTORA .....	13
3.1 - DEFINIÇÃO DO PONTO DE INTERLIGAÇÃO .....	13
3.2 - LIGAÇÃO À REDE RECEPTORA .....	13
3.3 - CÁLCULO DA POTÊNCIA DE CURTO-CIRCUITO MÍNIMA .....	13
3.4 - ALTERAÇÃO DOS PERFIS DE TENSÃO DA REDE RECEPTORA .....	13
3.5 - QUEDA TRANSITÓRIA DE TENSÃO NA LIGAÇÃO DO GERADOR ASSÍNCRONO .....	14
3.6 - SECÇÃO DOS CONDUTORES DA REDE .....	14
3.7 - AUMENTO DA POTÊNCIA DE CURTO-CIRCUITO .....	15
3.8 - APARELHAGEM DE MANOBRA .....	15

3.9 - PROTECÇÕES .....	15
3.10 - COMPORTAMENTO PERANTE REENGATES .....	15
3.11 - DESLIGAÇÃO PARA MANUTENÇÃO DA REDE .....	16
3.12 - SERVIÇOS AUXILIARES .....	16
3.13 - SINCRONIZAÇÃO AUTOMÁTICA .....	16
3.14 - COMPENSAÇÃO DE POTÊNCIA REACTIVA .....	16
3.15 - EQUIPAMENTO DE CONTAGEM .....	17
PARTE 4 - PROBLEMAS ESPECÍFICOS DA PRODUÇÃO DESCENTRALIZADA .....	19
4.1 - AUTO-EXCITAÇÃO DOS GERADORES ASSÍNCRONOS .....	19
4.2 - LIGAÇÃO À TERRA .....	19
4.3 - AUTOMATISMOS .....	19
4.4 - TELE-INFORMAÇÃO E TELECOMANDO .....	19
PARTE 5 - CONDIÇÕES TÉCNICAS DE LIGAÇÃO À REDE RECEPTORA .....	21
5.1 - PRINCÍPIOS GERAIS .....	21
5.1.1 - Medição da energia e da potência .....	21
5.1.2 - Tensão nominal no ponto de interligação .....	21
5.1.3 - Compatibilização entre os dois sistemas .....	22
5.1.4 - Aparelhagem de corte .....	23
5.2 - CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO - TIPO DE GERADOR .....	28
5.3 - PROTECÇÃO DE INTERLIGAÇÃO .....	29
5.3.1 - Finalidade .....	29
5.3.2 - Esquemas de ligação típicos .....	29
5.3.3 - Tipos de relés .....	29
5.3.4 - Circuitos auxiliares .....	31
5.3.5 - Acessibilidade das protecções .....	31
5.3.6 - Verificação .....	31
5.3.7 - Ensaio de entrada em serviço .....	31
5.4 - CRITÉRIOS PARA LIGAÇÃO E PARA A EXPLORAÇÃO .....	31
5.4.1 - Compatibilidade entre sistemas .....	31
5.4.2 - Influência da instalação de produção na tensão da rede .....	32
5.4.3 - Arranque e entrada em paralelo de geradores .....	32
5.4.3.1 - Geradores assíncronos .....	32
5.4.3.2 - Geradores independentes da rede .....	33
5.4.3.3 - Critérios para a reposição do paralelo .....	33
5.4.4 - Limitação das harmónicas .....	34
5.4.5 - Correção do factor de potência .....	34
5.4.6 - Regime do neutro .....	34
5.4.7 - Regras para a condução de uma instalação de produção .....	34
5.4.8 - Disposições finais .....	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 - MINUTAS DE REQUERIMENTOS E DE TERMOS DE RESPONSABILIDADE .....	37
ANEXO 2 - PROTECÇÃO DOS GERADORES .....	43
ANEXO 3 - INFLUÊNCIA DA INSTALAÇÃO DE PRODUÇÃO NA TENSÃO DA REDE .....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 - Ponto de interligação (PI) e localização do ponto de ligação à rede receptora (PL) .....	8
Fig. 2 - Esquemas tipo de ligação de instalações de produção .....	21
Fig. 3 - Esquema geral exemplificativo de uma instalação de produção .....	23
Fig. 4 - Esquema de ligação para instalação de produção ligadas em BT sem cargas essenciais .....	24
Fig. 5 - Esquema de ligações para instalações de produção ligadas em BT com cargas essenciais.....	25
Fig. 6 - Esquema de ligações para instalações de produção alimentadas em MT com geradores BT e sem cargas essenciais.....	26
Fig. 7 - Esquema de ligações para instalações de produção ligadas em MT e com cargas essenciais...	27
Fig. 8 - Conjunto típico de protecção de uma instalação de produção com geradores síncronos ou assíncronos MT.....	44
Fig. 9 - Conjunto típico de protecções de uma instalação de produção com geradores assíncronos BT. ....	44
Fig.10 - Relação entre o abaixamento de tensão e a corrente de arranque para geradores assíncronos BT arrancando como motor, em função do valor absoluto da impedância do sistema vista do Ponto de Interligação. ....	46
Fig. 11 - Relação entre a variação de tensão, em regime permanente, e a corrente fornecida pela instalação de produção de função do valor absoluto da impedância do sistema vista do Ponto de Interligação (P.I.). Presume-se que o gerador fornece potência activa à rede com $\cos \varphi = - 0,85$ (em atraso) em relação à rede.....	47

## ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1 - Tensões nominais da rede e tensões mais elevadas para o material .....	9
QUADRO 2 - Características do disjuntor de interligação .....	28
QUADRO 3 - Regulações das protecções de interligação .....	30
QUADRO 4 - Protecção de interligação no caso de geradores assíncronos ligados em BT ( $S \leq 100$ kVA) .....	30
QUADRO 5 - Limites para a ligação em paralelo com a rede de geradores independentes .....	33
QUADRO 6 - Protecções aconselhadas para uma instalação de produção .....	46

## **PARTE 1 - GENERALIDADES**

### **1.1 - INTRODUÇÃO**

Uma instalação de produção independente de energia eléctrica, abrangida pelo Decreto-Lei 189/88 de 27 de Maio, é da iniciativa dos seus promotores, podendo ser localizada em qualquer ponto do País.

Uma rede receptora de energia eléctrica possui equipamentos de protecção destinados a controlar o seu funcionamento por forma não só a garantir uma qualidade de serviço aos consumidores por ela alimentados mas também a limitar as consequências dos defeitos e das perturbações que ocorram nessa rede e a permitir a obtenção de um elevado nível de segurança durante a sua exploração.

A fim de garantir a não perturbação dessa rede nem dos consumidores por ela alimentados e a assegurar a compatibilidade entre a rede receptora e as instalações de produção independente, é de toda a conveniência fixar regras para a sua interligação.

### **1.2 - OBJECTIVO**

O presente documento tem como objectivo definir os elementos que devem constar do projecto das instalações eléctricas a apresentar na DGE, os procedimentos a adoptar antes da sua entrada em exploração e indicar regras para a ligação à rede receptora das instalações de produção independente de energia eléctrica abrangidas pelo Decreto-Lei nº 189/88, de 27 de Maio.

### **1.3 - DEFINIÇÕES**

Para efeitos do presente documento, entende-se por:

#### **1.3.1 - Rede receptora (RR)**

Rede pré-existente, à qual se liga uma instalação de produção independente de energia eléctrica.

#### **1.3.2 - Instalação de produção independente de energia eléctrica (abreviadamente, instalação de produção ou IPI)**

Instalação de produção de energia eléctrica não pertencente à Concessionária da Rede Receptora (CRR) e que obedeça simultaneamente aos seguintes requisitos:

- Potência total não superior a 10 MVA (excepto se se tratar de instalações de co-geração, para as quais não são fixados valores limite);
- Energia produzida a partir da utilização de recursos renováveis, de combustíveis nacionais ou de resíduos industriais, agrícolas ou urbanos, ou ainda de quaisquer outros combustíveis desde que se trate de instalações de co-geração.

No caso de geradores assíncronos, a potência de cada um dos geradores não pode ser superior a 5 MVA.

#### **1.3.3 - Instalação de co-geração**

Qualquer tipo de produção combinada de calor e energia eléctrica, incluindo o aproveitamento de efluentes térmicos, que seja parte integrante de instalações cuja actividade principal não seja a produção de energia eléctrica.

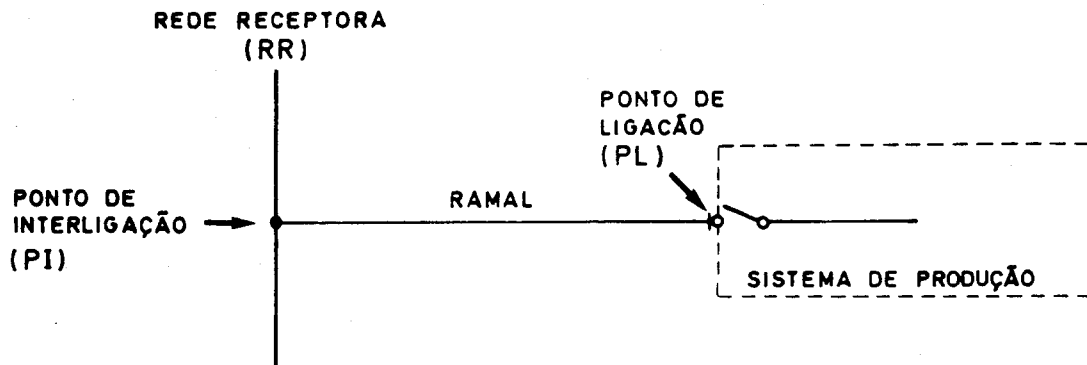
### 1.3.4 - Ponto de Interligação (PI)

Ponto da rede receptora onde se liga a extremidade do ramal que serve a instalação de produção (ver fig. 1).

### 1.3.5 - Ponto de ligação

Ponto localizado nos terminais, do lado da rede, do órgão de corte colocado no início do ramal, do lado da instalação de produção (ver fig. 1).

Para efeitos contratuais, considera-se a ligação à rede receptora localizada no Ponto de Ligação.



**Fig. 1 - Ponto de interligação (PI) e localização do ponto de ligação à rede receptora (PL)**

### 1.3.6 - Gerador assíncrono

Gerador em que toda a potência reactiva necessária ao seu funcionamento é fornecida por uma fonte exterior, à qual está ligado, e na ausência da qual o gerador não pode funcionar.

### 1.3.7 - Gerador síncrono

Gerador que fornece uma tensão cuja frequência depende directamente da sua velocidade de rotação e que, associado a dispositivos de regulação da sua tensão de saída e do seu factor de potência, pode funcionar independentemente de uma rede sincronizante.

### 1.3.8 - Tensão nominal da rede receptora

Tensão pela qual a rede receptora é designada e em relação à qual são referidas as suas características.

No Quadro 1 estão indicados os valores das tensões nominais das redes receptoras, bem como os correspondentes valores das tensões mais elevadas para o material.

### 1.3.9 - Potência total de uma instalação de produção independente

Somatório das potências aparentes estipuladas dos diferentes geradores existentes ou previstos para funcionarem nessa instalação.

### 1.3.10 - Sistema de produção

Conjunto dos equipamentos principais e auxiliares e das obras que servem uma instalação de produção, tendo como limite o Ponto de Ligação.

### 1.3.11 - Ramal (R)

Canalização eléctrica com origem no Ponto de Ligação (PL) e que termina no Ponto de Interligação (PI).

**QUADRO 1**  
**Tensões nominais da rede e tensões mais elevadas para o material (1)**

Gama de tensões nominais	Tensões nominais Un	Tensões mais elevadas p/ o material
BT (Un ≤ 1 kV)	220/380 V (230/400 V) (*)	—
MT (1 kV < Un < 60 kV)	(6 kV) (**) 10 kV 15 kV 30 kV	(7,2 kV) (**) 12 kV 17,5 kV 36 kV
AT (Un = 60 kV)	60 kV	72,5 kV
MAT (60 kV < Un ≤ 380 kV) (***)	150 kV 220 kV (380 kV)(***)	170 kV 245 kV 420 kV
(*) - Futuro valor da tensão nominal BT (**) - As redes de 6 kV estão a ser substituídas progressivamente por redes de 15 kV ou de 30 kV - a definir caso a caso (***) - Valor da tensão nominal em Portugal		

(1) - Segundo as Normas CEI-38 e CEI-71-1 (NP-1853).

## **PARTE 2 - DOCUMENTAÇÃO A APRESENTAR NA DGE**

### **2.1 - PROJECTO DAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS**

**2.1.1 - Requerimento dirigido ao Senhor Ministro da Indústria e Energia de acordo com minuta constante do Anexo 1.1 ou 1.2, consoante se trate de aproveitamento hidroeléctrico ou não.**

**2.1.2 - Termo de responsabilidade pelo projecto das instalações eléctricas de acordo com a minuta constante do Anexo 1.3.**

**2.1.3 - Informação do distribuidor de energia eléctrica com a indicação dos seguintes elementos:**

- a) Ponto de interligação;
- b) Potência de curto-circuito máxima e mínima no ponto de interligação;
- c) Regime de neutro;
- d) Dispositivos de reengate automático eventualmente existentes ou a instalar.

**2.1.4 - Tratando-se de uma central hidroeléctrica, cópia da autorização do Ministro do Planeamento e Administração do Território a que se refere o nº 1 do art. 7º do D.L. nº 189/88 de 27 de Maio. Esta autorização não garante a obtenção da autorização prevista no nº 5 do art. 19º do citado decreto-lei.**

**2.1.5 - Projecto, em quadruplicado, compreendendo:**

- a) Memória descritiva e justificativa indicando a natureza, importância, função e características das instalações e do equipamento as condições gerais do seu estabelecimento e da sua exploração, sistemas de ligação à terra, as disposições principais adoptadas para a produção de energia mecânica e eléctrica, sua transformação, transporte e utilização ou a origem e destino da energia a transportar e as protecções contra sobreintensidades e sobretenções e os seus cálculos, quando se justifique;
- b) Planta geral de localização da instalação referenciada por coordenadas e em escala não inferior a 1:25 000, de acordo com a respectiva norma, indicando a situação das obras principais, tais como centrais geradoras, subestações, postos de corte, postos de transformação, vias públicas rodoviárias e ferroviárias, cursos de água, construções urbanas e linhas já existentes;
- c) Descrição, tipos e características dos geradores de energia eléctrica, transformadores, aparelhagem de corte e protecção, bem como das caldeiras, turbinas e outras máquinas motoras;
- d) Plantas, alçados e cortes, em escala conveniente, escolhida de acordo com a NP - 717, dos locais da instalação, com a disposição do equipamento indicado na alínea c), em número e com pormenor suficiente para se poder verificar a observância das disposições regulamentares de segurança;
- e) Esquemas eléctricos gerais das instalações projectadas, com indicação de todas as máquinas e aparelhos de medida, protecção e comando, usando os sinais gráficos normalizados;

- f) Quando se tratar da ampliação ou modificação de uma instalação existente deverá ser indicado claramente, tanto nas peças escritas como desenhadas do projecto, a interligação entre a instalação existente e a ampliação ou modificação objecto do projecto;
- g) Todas as peças do projecto serão rubricadas pelo técnico responsável, à excepção da última peça escrita, onde deverá constar a assinatura, o nome por extenso e as referências da inscrição na Direcção-Geral de Energia.

**2.1.6 - As peças escritas e desenhadas que constituírem o projecto deverão ter dimensões normalizadas, ser elaboradas e dobradas de acordo com as normas em vigor e regras da técnica e ser numeradas ou identificadas por letras e algarismos.**

**2.1.7 - Cada exemplar do projecto deve ser apresentado em capa de processo normalizada, devidamente fixada e disposto por forma a permitir fácil consulta.**

**2.1.8 - Na elaboração do projecto deverão, ainda, ser tomados em consideração os problemas na fronteira entre a produção descentralizada e a rede receptora enumerados na Parte 3 do presente documento, bem como os problemas específicos da produção descentralizada, a que se refere a Parte 4 e as condições técnicas da ligação à rede receptora constantes da Parte 5.**

## **2.2 - EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS**

Antes do início da execução das instalações eléctricas deve ser apresentado o termo de responsabilidade pela execução de acordo com a minuta constante do Anexo 1.4.

## **2.3 - EXPLORAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS**

Antes da entrada em exploração das instalações eléctricas deve ser solicitada a vistoria, nos termos do nº 8 do artigo 19º do DL 189/88, de 27 de Maio, de acordo com a minuta constante do Anexo 1.5, juntando-se para o efeito, o termo de responsabilidade pela exploração constante do Anexo 1.6.

## **PARTE 3 - PROBLEMAS NA FRONTEIRA ENTRE A PRODUÇÃO DESCENTRALIZADA E A REDE RECEPTORA**

### **3.1 - DEFINIÇÃO DO PONTO DE INTERLIGAÇÃO**

O projecto apresentado pelo produtor independente (PI, no texto que se segue) deve ser acompanhado de uma carta da concessionária da rede receptora (CRR, no texto que se segue) indicando o ponto de interligação e as potências de curto-circuito máxima e mínima nesse ponto e demais informações previstas no nº 1 do artigo 19º do Decreto-Lei 189/88.

No caso de não haver acordo, e de não ter sido ainda proferida decisão nos termos do nº 8 do artigo 10º do Decreto-Lei 189/88, deverá também ser apresentado pelo requerente, e a partir de informações dadas pelos Serviços Técnicos da CRR, o cálculo da potência de curto-circuito mínima, do ponto de interligação proposto, ou fazer referência de que tais elementos já foram apresentados à DGE.

### **3.2 - LIGAÇÃO À REDE RECEPTORA**

O projecto do ramal entre a saída da central e o ponto de interligação deverá ser apresentado nos moldes habituais, de acordo com a legislação vigente.

### **3.3 - CÁLCULO DA POTÊNCIA DE CURTO-CIRCUITO MÍNIMA**

No caso de distribuição radial a partir de uma subestação AT/MT, sem outros centros produtores ligados, a potência de curto-circuito no ponto de interligação depende, essencialmente, da:

- a) potência de curto-circuito na entrada AT da subestação;
- b) potência aparente e tensão de curto-circuito do(s) transformador(es);
- c) extensão da linha entre a subestação e o ponto de interligação;
- d) resistência e reactância unitárias longitudinais da linha.

Estas informações devem ser fornecidas pela CRR.

### **3.4 - ALTERAÇÃO DOS PERFIS DE TENSÃO DA REDE RECEPTORA**

O projecto deverá verificar, quando for considerado justificável, se o perfil das tensões na rede receptora se mantém dentro dos limites a que a CRR é obrigada. Esta verificação obriga a fazer a análise da rede de distribuição (pelo menos a partir da subestação AT/MT), isto é, a calcular, em módulo e fase, as tensões nos nós e as intensidades nos ramos.

A análise da rede de distribuição deverá considerar, pelo menos, os seguintes estados:

- a) antes da ligação do produtor independente e nas condições mais desfavoráveis de carga (a análise deste estado poderá ser fornecida pela CRR);
- b) depois da ligação do produtor independente, fornecendo o gerador cerca de 1/10 da sua potência estipulada;

c) idem, fornecendo 10/10 da sua potência estipulada.

No caso de se usarem geradores assíncronos e existindo compensação do factor de potência, os estados descritos em b) e em c) devem ser analisados com e sem essa compensação ligada.

No caso de se usarem geradores síncronos, os estados descritos em b) e em c) devem ser analisados regulando-se a excitação para melhorar, quanto possível, o perfil da tensão.

Para a análise da rede de distribuição torna-se necessário conhecer:

- a sua topologia;
- as características dos transformadores da subestação;
- as características das linhas;
- a regulação de tensão praticada;
- a distribuição das cargas.

Estas informações deverão ser fornecidas pela CRR.

Em casos particulares poderá ser necessário estender a análise dos perfis de tensão para montante do barramento AT da subestação AT/MT.

### **3.5 - QUEDA DE TENSÃO TRANSITÓRIA NA LIGAÇÃO DO GERADOR ASSÍNCRONO**

O projecto deverá conter, quando for considerado justificável, o cálculo da queda de tensão transitória no ponto de interligação causada pela ligação do gerador assíncrono.

Para o cálculo desta queda de tensão torna-se necessário conhecer:

- a) as características da rede receptora enunciadas na secção 3.4;
- b) a característica ( $I_s$ ,  $n$ ) do gerador assíncrono, em que  $I_s$  é a corrente absorvida à rede e  $n$  é a velocidade angular do rotor do gerador;
- c) a impedância longitudinal do ramal de ligação à rede receptora;
- d) a tensão de curto-circuito do transformador da central;
- e) a velocidade angular a que é feita a ligação.

O projecto deverá explicar como é feita a medição da velocidade angular e qual a precisão dessa medida.

### **3.6 - SECÇÃO DOS CONDUTORES DA REDE**

O projecto terá de indicar se, por causa da ligação da instalação de produção independente, será necessário reforçar a rede receptora. A informação poderá basear-se nos resultados das análises da rede referidas na secção 3.4 e nas informações fornecidas pela CRR.

No caso de ser necessário reforçar a rede, o projecto deverá referir quais os acordos feitos, neste particular, com a CRR.

### **3.7 - AUMENTO DA POTÊNCIA DE CURTO-CIRCUITO**

O projecto deverá conter as informações necessárias para avaliar o aumento da potência de curto-circuito na rede receptora devido à ligação da central de produção independente, designadamente:

- a) potências aparentes;
- b) reactâncias transitórias e subtransitórias;
- c) constantes de tempo.

Estas informações permitirão que a CRR verifique se a ligação da central de produção independente é compatível com os equipamenbos existentes.

### **3.8 - APARELHAGEM DE MANOBRA**

O projecto deverá indicar as características da aparelhagem de manobra, designadamente:

- a) poder de corte;
- b) intensidade em regime permanente;
- c) tensão estipulada;
- d) tensões de ensaio.

### **3.9 - PROTECÇÕES**

O projecto deverá descrever com minúcia as protecções a instalar na central. Dessa descrição deverá constar:

- a) tipo de relé (grandeza controlada, valores estipulados);
- b) limites das regulações, regulações escolhidas;
- c) temporização;
- d) precisão;
- e) consumo;
- f) aparelhagem de manobra actuada pela protecção;
- g) alarmes actuados pela protecção.

### **3.10 - COMPORTAMENTO PERANTE REENGATES**

O projecto deverá indicar as medidas tomadas para fazer face aos reengates na rede (incluindo na rede a montante):

- a) qual o comportamento previsível da instalação de produção perante uma situação de reengate rápido (300 ms).

- b) como fica garantido que a instalação de produção é desligada antes de ocorrer o reengate automático.
- c) qual o esquema de protecções proposto, indicando-se as características dos relés, designadamente, os tempos de operação.

### **3.11 - DESLIGAÇÃO PARA MANUTENÇÃO DA REDE**

O projecto deverá explicar como se assegura que:

- a) a instalação de produção possa ser desligada sempre que haja trabalhos de manutenção na rede.
- b) a ligação só é efectuada na sequência do processo de arranque, o que obriga ao reaparecimento, durante três minutos, de tensão na RR com valor eficaz pelo menos igual a 80% da sua tensão nominal.

### **3.12 - SERVIÇOS AUXILIARES**

O projecto deverá descrever em que condições é feita a alimentação dos circuitos auxiliares de:

- a) protecções;
- b) sistemas de controle e instrumentação;
- c) comunicações;
- d) iluminação de emergência.

Os órgãos que operam os sistemas comandados automaticamente devem ser descritos com minúcia.

No caso de se prever a instalação de acumuladores electroquímicos deverão ser indicados:

- a) tensão estipulada;
- b) capacidade estipulada;
- c) equipamento de carga e regime de exploração dos acumuladores.

### **3.13 - SINCRONIZAÇÃO AUTOMÁTICA**

No caso de se usarem geradores síncronos em exploração abandonada, o projecto deverá indicar as características do equipamento de sincronização automática que garantem o cumprimento das limitações impostas pelo número 1 do artigo 16º do Decreto-Lei nº 189/88 de 27 de Maio (limites na tensão, na frequência e na fase).

### **3.14 - COMPENSAÇÃO DE POTÊNCIA REACTIVA**

O projecto deverá indicar:

- a) se se trata de um sistema de compensação fixa ou variável.
  - fixa - bateria de condensadores fixo;
  - variável - bateria de condensadores variável por escalões ou sistema electrónico do tipo VAR-estático

- b) os critérios que presidiram ao dimensionamento do sistema de compensação de potência reactiva.
  - compensação linear em vazio;
  - compensação em vazio;
  - compensação à potência estipulada;
  - critérios económicos;
  - outros.
- c) uma previsão da quantidade de energia reactiva absorvida mensalmente à rede receptora fora das horas de vazio (horas cheias e horas de ponta).
- d) se está previsto um sistema de coordenação entre o disjuntor de manobra dos condensadores e o disjuntor de saída da instalação.
- e) descrição do funcionamento do sistema referido na alínea anterior.

### **3.15 - EQUIPAMENTO DE CONTAGEM**

O projecto deverá indicar a composição e características do sistema de contagem, designadamente:

- a) a precisão e o consumo dos contadores;
- b) a potência e precisão - em relação de transformação e em fase - dos transformadores de medição.

## **PARTE 4 - PROBLEMAS ESPECÍFICOS DA PRODUÇÃO DESCENTRALIZADA**

### **4.1 - AUTO-EXCITAÇÃO DOS GERADORES ASSÍNCRONOS**

O projecto deve analisar os eventuais riscos de auto-excitação, mencionando as disposições tomadas para que a auto-excitação não se verifique.

### **4.2 - LIGAÇÃO À TERRA**

O projecto deverá conter o dimensionamento da rede de terra.

### **4.3 - AUTOMATISMOS**

O projecto deve descrever com pormenor a lógica da automatização e indicar quais os sensores a instalar, o autómato que comanda o processo e os servomecanismos que actuam nas válvulas, comportas, abertura das turbinas e disjuntores.

### **4.4 - TELE-INFORMAÇÃO E TELECOMANDO**

O projecto deve indicar quais as informações transmitidas à distância e quais as intervenções possíveis por telecomando. Deverá descrever o equipamento usado para a tomada e emissão de sinais e a sua transmissão e eventual tratamento.

## PARTE 5 - CONDIÇÕES TÉCNICAS DE LIGAÇÃO À REDE RECEPTORA

### 5.1 - PRINCÍPIOS GERAIS

#### 5.1.1 - Medição da energia e da potência

A instalação de produção deve ser dotada de aparelhos de medição da energia fornecida à rede receptora, os quais devem ser distintos (embora de características idênticas) dos eventualmente instalados pela CRR para a medição quer da energia consumida pela instalação quer da potência tomada.

Para a medição da energia consumida pela instalação (e fornecida pela RR) devem seguir-se as regras definidas no sistema tarifário nacional em vigor.

Admite-se, contudo, que os transformadores de medição, desde que de características adequadas, sejam comuns aos dois sistemas de contagem.

Os esquemas de contagem e as regras de facturação correspondentes não são objecto do presente documento.

#### 5.1.2 - Tensão nominal no ponto de interligação

Na escolha da localização do Ponto de Interligação deve atender-se, simultaneamente, à potência aparente total da instalação (S) e à potência de curto-circuito mínima no Ponto de Interligação (S<sub>ccm</sub>), devendo optar-se pela ligação a uma rede:

a) BT, se:

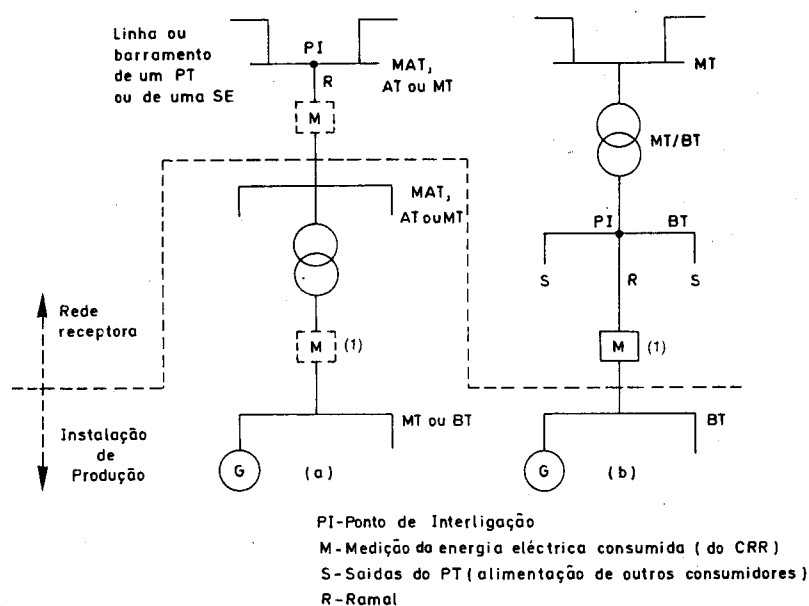
$$S \leq 0,1 \text{ MVA e } S_{ccm} > 25.S$$

b) MT, AT ou MAT, se:

$$0,1 \text{ MVA} < S \leq 10 \text{ MVA e } S_{ccm} > 20.S$$

A ligação à rede receptora de instalações de produção com potências superiores a 10 MVA deve ser objecto de acerto, caso a caso, entre a CRR e o produtor independente.

Na figura 2 estão indicados esquemas possíveis de ligação de instalações de produção.



(1) - Localizações possíveis, consoante a contagem seja feita em MT ou AT do lado primário ( $S > 630$  kVA) ou do lado secundário ( $S \leq 630$  kVA) do transformador de potência.

(a) - Instalação de produção ligada em MT ou em AT ou MAT.

(b) - Instalação de produção ligada em BT.

Fig. 2 - Esquemas tipo de ligação de instalações de produção

### 5.1.3 - Compatibilização entre os dois sistemas

Antes da fase de projecto, o proprietário da instalação de produção deve dar conhecimento à CRR das características do equipamento que pretende instalar, a fim desta lhe poder fornecer as informações indicadas na legislação (Artigo 19º do Decreto-Lei 189/88).

As modificações das características do equipamento que forem introduzidas posteriormente ao fornecimento das informações atrás citadas devem ser levadas ao conhecimento da CRR para análise das implicações delas decorrentes.

A compatibilização entre a rede receptora e a instalação de produção deve assentar nos princípios gerais descritos nas alíneas seguintes:

- a) a inserção da instalação de produção na rede receptora não deve, de modo algum, impedir ou limitar o funcionamento desta, nomeadamente no que respeita:
  - ao funcionamento dos eventuais reengates automáticos nas linhas MT, salvo acordo prévio entre o CRR e o produtor independente;
  - à absorção de sinais de telecomando por frequências musicais ou de sinais de telecomunicação pelas baterias de condensadores eventualmente existentes na instalação de produção;
  - à ligação e à desligação de baterias de condensadores para correcção do factor de potência eventualmente existentes na rede;
  - às características do equipamento já instalado na rede, que devem poder continuar compatíveis com a potência de curto-circuito resultante do aparecimento da instalação de produção.
- b) as protecções da instalação de produção devem estar coordenadas com as da rede receptora a que vai ser ligada, a fim de que os defeitos que ocorram, quer de um quer do outro lado, sejam correctamente isolados de uma forma selectiva.
- c) o funcionamento da instalação de produção em paralelo com a rede receptora não deve perturbar a regulação de tensão na rede em condições tais que a tensão de alimentação dos consumidores por ela alimentados fique fora dos limites regulamentares.
- d) no que respeita as harmónicas injectadas na rede receptora pela instalação de produção deve observar-se o disposto na secção 5.4.4.
- e) as perturbações com origem no Ponto de Interligação e devidos à desligação ou à religação de geradores não devem ultrapassar os limites especificados na secção 5.4.2.
- f) a instalação de produção deve ser equipada com aparelhos que permitam desligar automática e manualmente os geradores da rede, de modo a evitar perigos para o pessoal da concessionária da rede receptora ou para terceiros, nomeadamente durante as operações de inspecção, manutenção ou reparação.
- g) os geradores devem estar previstos para resistirem aos efeitos das manobras e dos defeitos que ocorram na rede a que estão ligados, ou ser protegidos contra esses efeitos.
- h) a ligação de instalações de produção a redes MT, AT ou MAT deve ser sempre feita por meio de transformadores em que um dos enrolamentos esteja ligado em triângulo.
- i) as instalações de produção destinadas a funcionar em paralelo com a rede receptora e dotadas de geradores que não são excitados pela rede (2) devem ser, em regra, ligados apenas em MT ou em AT ou em MAT, através de um posto privativo dessas instalações (posto de transformação ou subestação, consoante o nível de tensão).

---

(2) - No caso de se tratar de geradores de emergência ou de substituição, (que não são abrangidos pelo presente documento), a instalação deve ser equipada com os dispositivos de encravamento previstos no artigo 40º do Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifício e Entradas, aprovado pelo Decreto-Lei nº 740/74 de 26 de Dezembro, e destinados a impedir o funcionamento dos geradores em paralelo com a rede.

- j) se houver, na instalação de produção, sistemas de compensação do factor de potência por meio de condensadores, o seu comando pode ser feito, quando necessário, por meio de relés sensíveis à componente reactiva; os aparelhos de corte desse sistema devem ser independentes dos aparelhos de corte dos geradores mas estes devem estar coordenados com aqueles.

#### 5.1.4 - Aparelhagem de corte

Na figura 3 é apresentado um esquema exemplificativo, representando uma instalação de produção equipada com um ou mais geradores e que é igualmente consumidora.

Consoante existam ou não existam na instalação cargas prioritárias que necessitem de uma alimentação sem interrupção, ou consoante as tensões dos geradores e a sua localização na instalação podem existir diversas variantes, a que se referem as figuras 4 a 7.

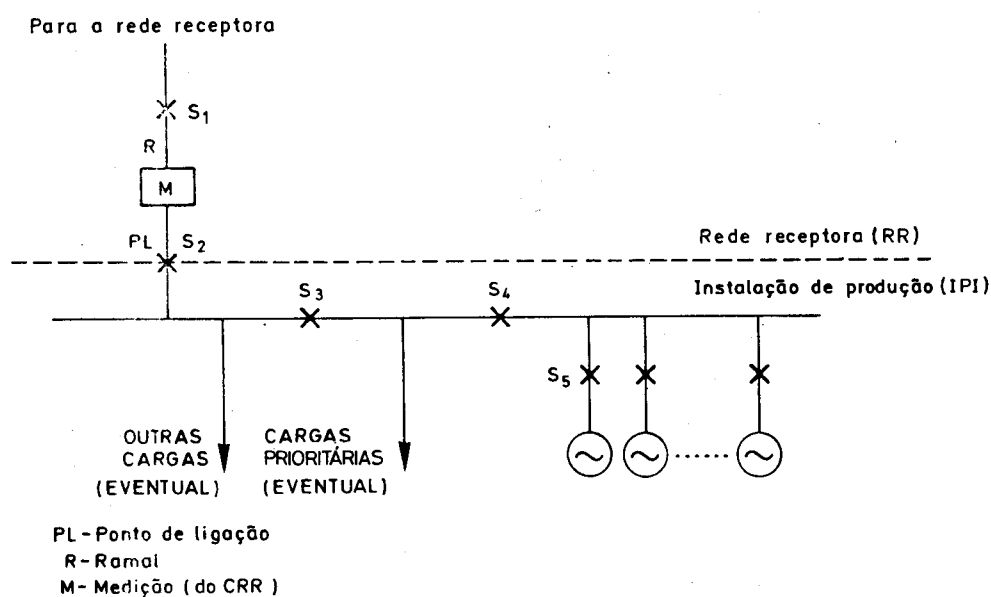
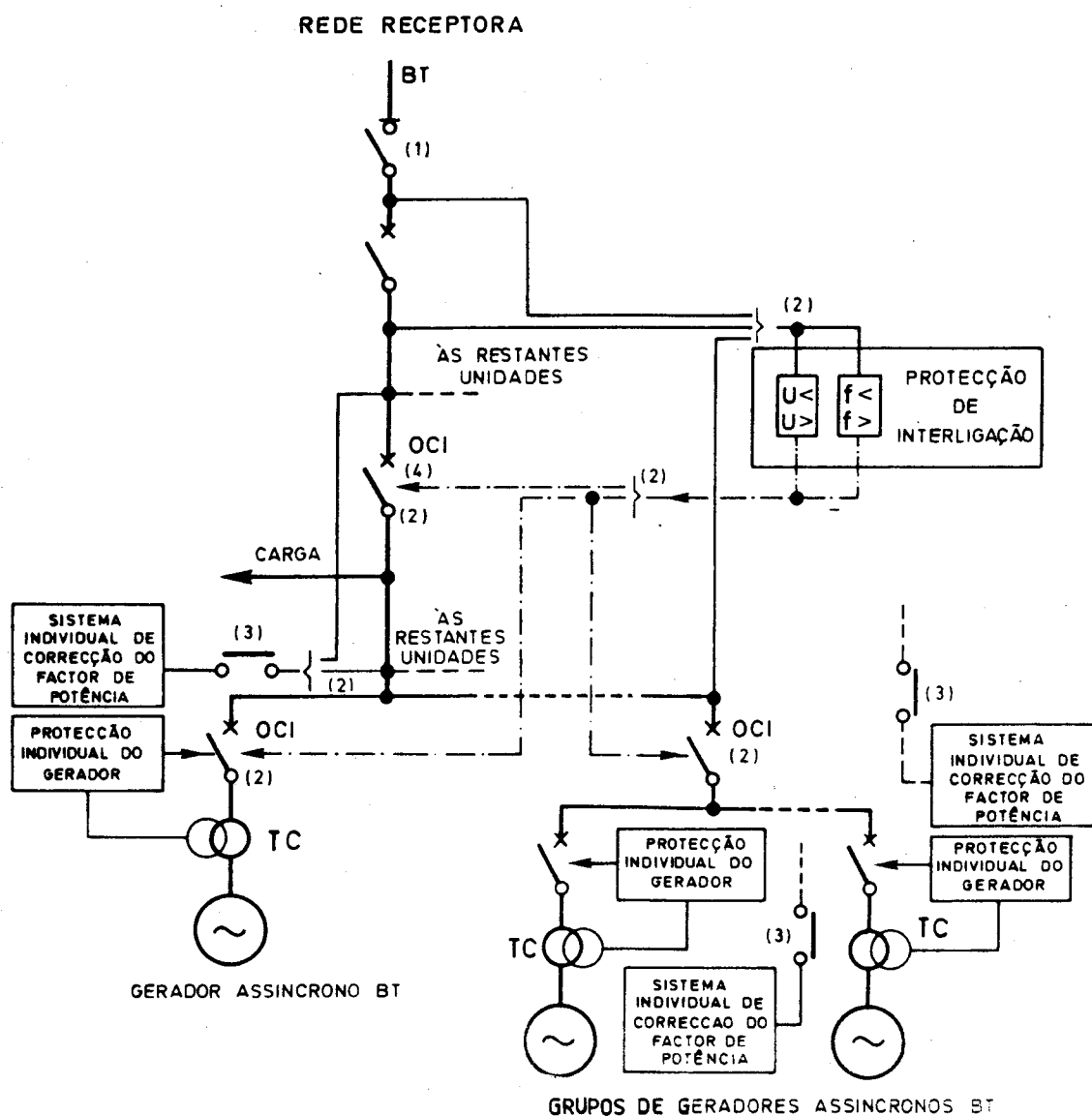


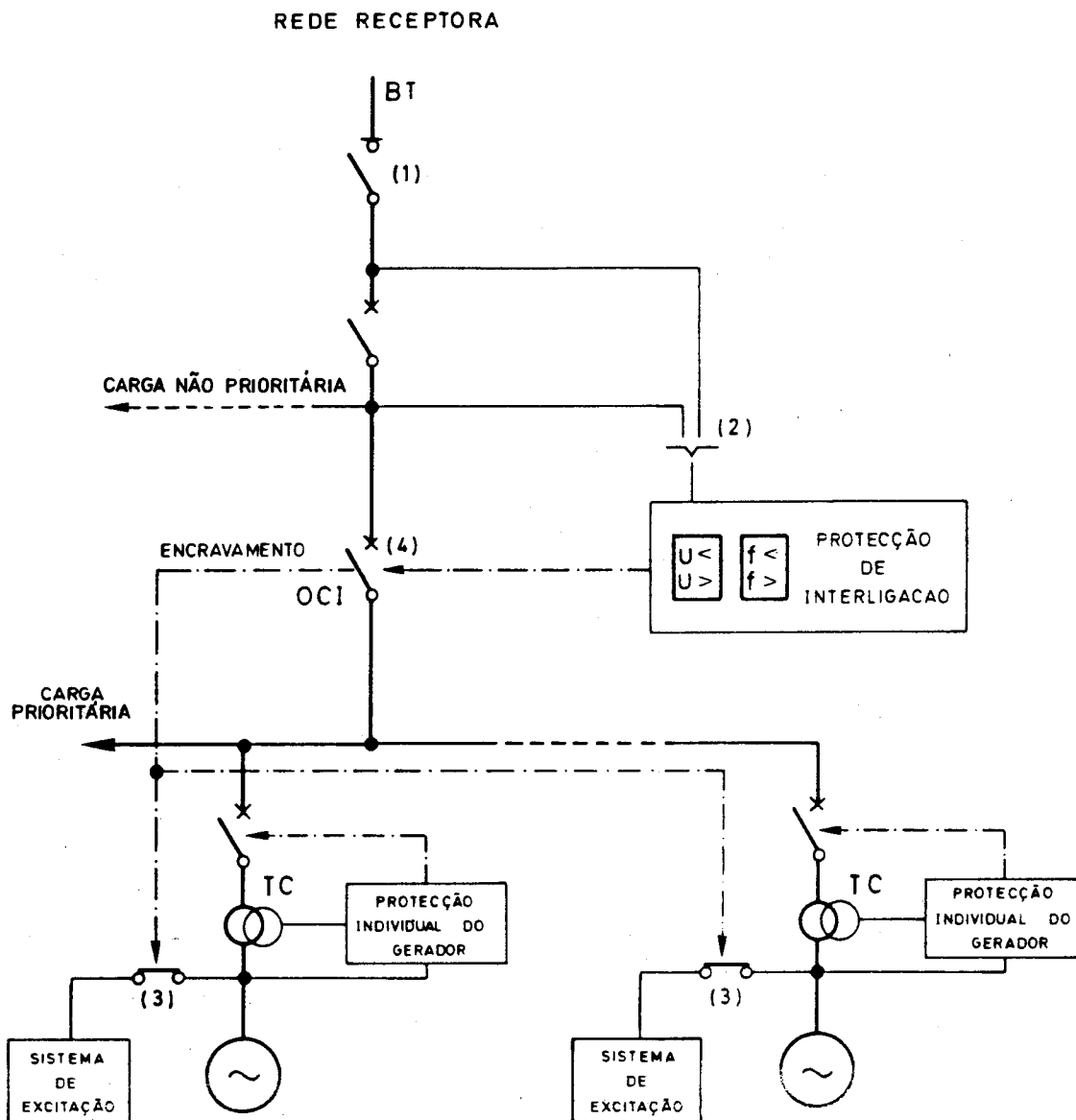
Fig. 3 - Esquema geral exemplificativo de uma instalação de produção

Orgão	Função	Localização	Observações
S1 (*)	Separação manual entre a IPI e a RR	do lado da RR	Manobrado pelo pessoal da CRR quando necessário (com capacidade para interromper o serviço com o ramal em carga)
S2	Idem	do lado da IPI	Manobrado pelo pessoal da IPI quando necessário (com capacidade para interromper e restabelecer o serviço com o ramal em vazio)
S3	Separação das cargas não prioritárias da IPI	Idem	Permite a alimentação das cargas não prioritárias apenas pela RR ou a alimentação das cargas prioritárias apenas pela IPI
S4	Separação do conjunto dos geradores do resto da instalaç.	Idem	Permite a alimentação das cargas (prioritárias e não prioritárias) apenas a partir da RR
S5	Separação de cada gerador	Idem	Permite o isolamento e a entrada em paralelo de cada um dos geradores
IPI - Instalação de produção independente (*) - Excepcional, podendo ser instalado por acordo entre a CRR e o produtor independente.			



- (1) Órgão de corte de segurança que deve ser acessível a todo o momento ao pessoal da CRR para operações de manutenção na rede. Deve ser acordado com a CRR a sua localização, bem como a forma de o tornar inacessível a pessoas não autorizadas - correspondente a S2 da Fig. 3.
- (2) Localizações possíveis, dependendo da localização do órgão de corte da interligação (OCI) - correspondente a S3 da Fig. 3.
- (3) Encravamento com o (OCI) e com o disjuntor individual do gerador.
- (4) Disjuntor ou contactor.
- (5) A alimentação do relé de tensão homopolar deve vir sempre do lado da média tensão.

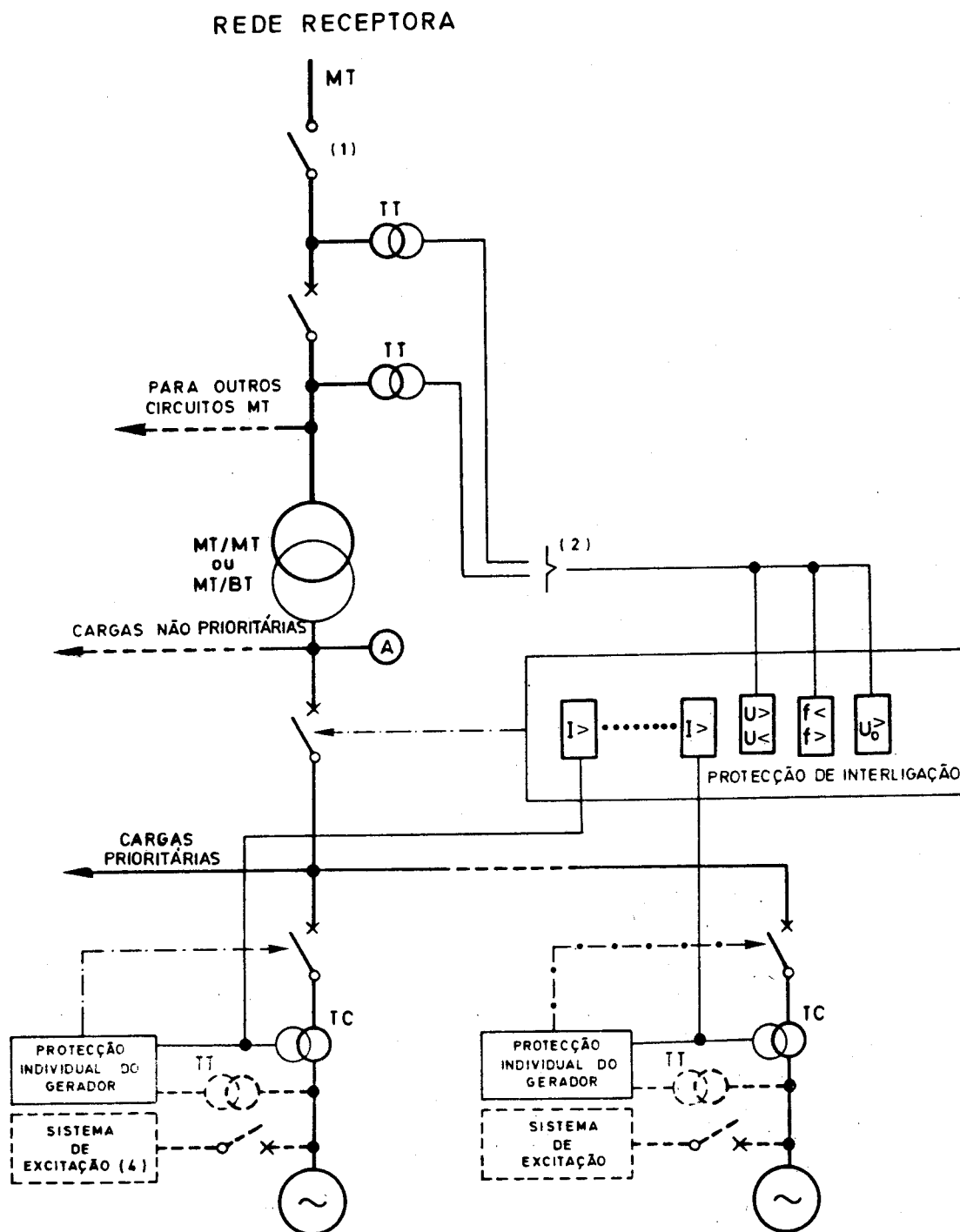
Fig. 4 - Esquema de ligação para instalação de produção ligadas em BT sem cargas prioritárias



- (1) Órgão de corte de segurança que deve ser acessível a todo o momento ao pessoal da CRR para operações de manutenção na rede. Deve ser acordado com a CRR a sua localização, bem como a forma de o tornar inacessível a pessoas não autorizadas - correspondente a S2 da Fig. 3.
- (2) Localizações possíveis, dependendo da localização do órgão de corte da interligação (OCI) - correspondente a S3 da Fig. 3.
- (3) Para a correcção do factor de potência e encravamento ver igualmente a Fig. 6.
- (4) Disjuntor ou contactor.

**Fig. 5 - Esquema de ligações para instalações de produção ligadas em BT com cargas prioritárias**





- (1) Órgão de corte de segurança que deve ser acessível a todo o momento ao pessoal da CRR para operações de manutenção na rede. Deve ser acordado com a CRR a sua localização, bem como a forma de o tornar inacessível a pessoas não autorizadas - correspondente a S2 da Fig. 3.
- (2) Localizações possíveis, dependendo da localização do órgão de corte da interligação (OCI) - correspondente a S3 da Fig. 3.
- (3) O relé de máximo de tensão homopolar pode ser suprimido nas instalações de pequena potência ou quando houver bobinas de Petersen na rede receptora.
- (4) Apenas para os geradores síncronos.

**Fig. 7 - Esquema de ligações para instalações de produção ligadas em MT e com cargas prioritárias**

A separação automática comandada pela Protecção de Interligação (ver secção 5.3) pode ser obtida por meio de S3 ou de S4, consoante os casos.

Com vista a permitir que, em caso de necessidade, pessoal da CRR devidamente credenciado para o efeito, possa isolar a instalação de produção, o aparelho S2, deve poder ser bloqueado na posição de aberto por meio de cadeado. Os aparelhos S3 e S4, devem também poder ser bloqueados na posição de abertos, quando o produtor independente necessitar de alimentar a sua instalação de utilização, estando a sua instalação de produção desligada.

Quando a instalação de produção for ligada a uma rede de MT, AT ou de MAT, o aparelho de interligação, independentemente da tensão a que é feito o paralelo, deve ser um disjuntor (disjuntor de interligação) e ter as características indicadas no quadro 2.

## QUADRO 2

### Características do disjuntor de interligação

Tensão nominal da rede (kV)	Tensão estipulada do disjuntor (kV)	Poder de corte estipulado mínimo (kA)
(6) 10 15 30 60 150 ou 220	(7,2 kV) (*) 12 17,5 36 72,5 (*)	(*) 16 12,5 8 16 ou 25 (**) (*)
(*) A definir caso a caso (ver nota do Quadro 1) (**) Consoante a distância à SE.		

No caso de instalações de produção até 100 kVA com posto de transformação privativo do tipo rural (PTAS), admite-se, como alternativa, que o aparelho de interligação seja localizado na baixa tensão nas mesmas condições que as relativas às instalações de produção ligadas a uma rede BT.

Idêntica permissão pode ser feita no caso de PT normalizados (AI ou CA1) com transformadores de potências não superiores a 250 kVA.

## 5.2 - CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO - TIPO DE GERADOR

Na realização das instalações de produção a funcionar em paralelo com a rede receptora podem ser usados quer geradores síncronos quer geradores assíncronos (3).

Os geradores assíncronos são recomendados para uso geral, enquanto que os geradores síncronos devem ser usados sobretudo para aplicações de média e grande potências ou quando houver necessidade de funcionamento em rede isolada.

De notar que o funcionamento em paralelo directo de um gerador síncrono com uma rede BT é crítico devido à dificuldade de conseguir, em todos os casos, a separação entre os dois sistemas quando tal se tornar necessário, razão por que tal solução deve ser evitada (ver secção 5.1.3, alínea i).

Para evitar a auto-excitação dos geradores assíncronos quando faltar a tensão na rede receptora, devem ser instalados dispositivos que, nesse caso, desliguem automaticamente os condensadores.

(3) - Do ponto de vista de segurança e de exploração para a rede receptora os geradores assíncronos apresentam como vantagens em relação aos síncronos uma contribuição mais curta (alguns períodos) para as correntes de defeito e um sistema de controle de ligação mais simples.

## 5.3 - PROTECÇÃO DE INTERLIGAÇÃO

### 5.3.1 - Finalidade

A protecção de interligação destina-se a impedir que a instalação de produção possa perturbar o funcionamento das instalações de utilização ligadas à rede receptora e a reduzir ao mínimo os riscos de acidentes ligados com a presença de geradores na rede.

Nomeadamente a protecção da interligação deve assegurar a abertura automática do aparelho de interligação (S3 ou de S4 da figura 3) sempre que falte a tensão na rede receptora, quer em consequência de um defeito que ocorra nessa rede quer em resultado de uma manobra voluntária.

Esta exigência não impede que os geradores possam continuar a funcionar para alimentação exclusiva das cargas de uma instalação de utilização eventualmente existente.

A fim de evitar a ocorrência de paralelos intempestivos, pode, em certos casos, ser conveniente à CRR montar um relé de presença de tensão na saída da SE receptora que alimenta a linha à qual vai ligar a instalação de produção.

### 5.3.2 - Esquemas de ligação típicos

Nas figuras 4 a 7 estão indicados esquemas unifilares simplificados para casos frequentes de ligação de instalações de produção, onde se indicam apenas os elementos que têm influência sobre a protecção de interligação e não incluem necessariamente todos os órgãos de corte ou os transformadores de medição necessários para a contagem e para a protecção normal contra defeitos.

A fim de incluir variantes de provável adopção na prática são indicadas, nos esquemas referidos, diferentes posições possíveis para os transformadores de medição ou para pontos de medição, necessários para a protecção de interligação, bem como dos órgãos da interligação.

### 5.3.3 - Tipos de relés

Os relés usados na protecção da interligação em MT, AT ou MAT não podem ser directos.

O bloco de protecções da instalação de produção deve ser coordenado com as protecções da CRR, a qual poderá, em qualquer momento, verificar as características de funcionamento dos relés instalados na instalação de produção.

Como exemplo enuncia-se a seguir a constituição típica de um bloco de protecções de interligação entre a rede e o produtor independente:

- a) Relés de máximo e de mínimo de frequência;
- b) Relés de máximo e de mínimo de tensão;
- c) Relé de tensão homopolar (protecção contra defeitos fase-terra em média ou alta tensão);
- d) Relés de máximo de corrente (dispensável no caso de ligação a uma rede de baixa tensão).

Os relés indicados na alínea b) podem igualmente servir para impedir a entrada em paralelo da instalação de produção quando a rede receptora tiver valores fora dos limites aceitáveis.

Os relés de máximo de corrente indicados na alínea d) podem ser dispensados no caso de geradores assíncronos de pequena potência, desde que a protecção contra defeitos entre fases possa ser assegurada pelas protecções de tensão.

Nos quadros 3 e 4 são indicados, a título exemplificativo, os limites de regulação das protecções de interligação, apresentando-se no quadro 4 o caso de instalações de produção dotadas de geradores assíncronos ligados em BT ( $S \leq 100$  kVA).

**QUADRO 3**

**Regulações das protecções de interligação**

Tipo de relé	CARACTERÍSTICAS DOS RELÉS					
	Tensão estipulada (V)	Gama de regulação	Gama de tensões (p.u.)	Corrente estipulada (A)	Tempo de intervenção	
					Funcionamento (ms)	Atraso (s)
Mínimo de Tensão	100,110(1) 220,380(2)	0,7 a 0,8 p.u.	—	—	50 a 150	0 a 1,5
Máximo de Tensão	100,110(1) 220,380(2)	1,1 a 1,2 p.u.	—	—	50 a 150	0 a 5
Mínimo de frequência	100,110(1) 220,380(2)	-100 a -500 mHz (3) -1 a -2,5 Hz	0,7 a 1,2	—	80 a 200	0 a 1
Máximo de frequência	100,110(1) 220,380(2)	100 a 500 mHz (3) 1 a 2,5 Hz	0,7 a 1,2	—	80 a 200	0 a 1
Máximo de Tensão homopolar	100,110(1)	2 a 20 V	—	—	50 a 150	0 a 1 0 a 1,5
Máximo de corrente	—	0,5 a 2 p.u.	—	1 ou 5	50 a 150	1 a 5
(1) - Ligação a transformadores de tensão. (2) - Ligação directa à rede BT (220 ou 230 V e 380 ou 400 V). (3) - A gama mais sensível pode ser usada para desligar da rede os geradores quando esta possuir reengates automáticos (sendo esta função assegurada pelo relé de frequência).						

**QUADRO 4**

**Protecção de interligação no caso de geradores assíncronos ligados em BT ( $S \leq 100$  kVA)**

Relé de tensão	Máximo de tensão	Mínimo de tensão
Valor de funcionamento (p.u.) Tempo de funcionamento (ms)	1,15 70 ± 10	0,80 115 ± 10
Relé de frequência	Máximo de frequência	Mínimo de frequência
Valor de funcionamento (Hz) Tempo de funcionamento (ms)	50,5 80 ± 20	49,5 80 ± 20

#### **5.3.4 - Circuitos auxiliares**

A alimentação auxiliar dos relés e do comando da interligação deve ser assegurada por meio de (4):

- uma alimentação em corrente contínua fornecida por um conjunto bateria-rectificador de capacidade adequada, e/ou
- uma alimentação em corrente alternada obtida dos serviços auxiliares de BT da instalação, que, neste caso, devem continuar ligados à rede receptora após a abertura do aparelho de interligação.

A bobina de abertura do aparelho de interligação e o(s) relé(s) auxiliar(es) que transmitem a ordem de disparo elaborada pela protecção de interligação devem funcionar “por falta de tensão”.

#### **5.3.5 - Acessibilidade das protecções**

As protecções de interligação das instalações de produção independente devem poder ser seladas pela CRR, por forma a que as suas regulações não sejam acessíveis a pessoas não autorizadas.

#### **5.3.6 - Verificação**

A regulação dos relés de protecção de interligação deve ser feita por pessoal autorizado, podendo este, quando tal for julgado conveniente, proceder a ensaios dos relés para verificação do seu funcionamento.

Para esse efeito, e com vista à participação de pessoal da CRR nessas operações, deve ser acordada previamente uma data.

#### **5.3.7 - Ensaio de entrada em serviço**

As instalações de produção devem ser ensaiadas antes da sua entrada em serviço, notificando-se a CRR com antecedência mínima de 10 dias úteis.

Os referidos ensaios devem abranger obrigatoriamente o funcionamento dos sistemas de protecção, de regulação, de controle e de comando (incluindo os bloqueios e os encravamentos).

### **5.4 - CRITÉRIOS PARA A LIGAÇÃO E PARA A EXPLORAÇÃO**

#### **5.4.1 - Compatibilidade entre sistemas**

O estudo da ligação de uma instalação de produção à RR pode conduzir a duas situações:

- a) é possível a ligação directa da instalação de produção a um ponto próximo da RR sem necessidade de alterações nesta última;
- b) é necessário para a ligação ser possível: - reforçar a RR (linha e/ou a subestação); - construir uma nova linha extensa (eventualmente até à subestação); - construir um posto de seccionamento no ponto de interligação.

---

(4) - Para suprir as eventuais falhas da rede recomenda-se que se utilize a alimentação em corrente contínua.

A ocorrência de uma outra das situações atrás descritas depende principalmente dos seguintes elementos:

- potência da instalação de produção;
- capacidade de transporte da linha da RR a que é ligado o ramal;
- impedâncias máxima e mínima da RR vistas do ponto de interligação (as quais afectam a influência da ligação da instalação de produção, quer na tensão quer na distorção harmónica, e a contribuição da instalação de produção na corrente de defeito da rede);

#### **5.4.2 - Influência da instalação de produção na tensão da rede**

A ligação de um gerador a uma rede influencia a tensão dessa rede de duas formas:

- variações rápidas da tensão provocadas pelo arranque e (ou) a entrada em paralelo do (ou dos) gerador(es);
- variações lentas da tensão em regime permanente provocadas pelas variações do trânsito de potência.

Para a variação rápida, a queda transitória de tensão não deve ultrapassar:

- a) 5% no caso de centrais hidro ou termoeléctricas com geradores assíncronos;
- b) 2% no caso de aerogeradores com geradores assíncronos.

Em BT, a queda de tensão transitória não deve ter uma duração superior a 1 s.

Os valores indicados baseiam-se na hipótese de que as quedas de tensão deste tipo surgem pouco frequentemente nas redes, não havendo assim lugar para considerar o problema da "tensão de tremulação" (flicker).

Na secção 5.4.3.2 indicam-se as condições para a entrada em paralelo de geradores síncronos.

Para as variações da tensão em regime permanente, admite-se que, em certas situações, a introdução de geradores não tem, na regulação da tensão, um efeito tal que sejam ultrapassados, em alguns pontos da rede, os limites regulamentares.

Como aproximação prática, calcula-se o aumento de tensão no Ponto de Interligação e, se o resultado for inferior a 1%, é provável que a ligação da instalação de produção independente não perturbe significativamente a rede.

No caso de uma instalação de produção importante e, particularmente, no caso de uma instalação próxima de um posto (posto de transformação ou subestação), é conveniente proceder-se a uma análise mais detalhada.

No caso de geradores ligados em BT, é necessário controlar-se igualmente a assimetria das tensões entre as fases e o neutro.

Para as ligações em MT, é sempre necessário proceder-se a um estudo caso a caso, tendo em conta, nomeadamente, as previsões de evolução das cargas na rede considerada e as políticas de reforço necessárias com ou sem a introdução dos geradores.

#### **5.4.3 - Arranque e entrada em paralelo de geradores**

##### **5.4.3.1 - Geradores assíncronos**

Em regra, o arranque dos geradores assíncronos é feito por meio do motor primário, só devendo ser feito o paralelo

com a rede quando o gerador tiver atingido uma velocidade não inferior à percentagem a seguir indicada da sua velocidade síncrona:

- a) 95% para o caso de geradores de potência superior a 500 kVA;
- b) 90 % para o caso de potências não superiores a 500 kVA.

No caso particular de geradores assíncronos BT de potência não superior a 20 kW e previstos para a ligação em paralelo com a rede, admite-se que possam arrancar como motores, com as limitações indicadas na secção 5.4.2, nas condições definidas no artigo 431º do Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica, aprovado pelo Decreto-Lei nº 740/74 de 26 de Dezembro.

O número de ligações à rede de geradores numa mesma instalação de produção não pode exceder:

- 1 por min., no caso de aerogeradores;
- 1 em cada 15 s, nos casos restantes.

#### 5.4.3.2 - Geradores independentes da rede

Os geradores síncronos devem sempre arrancar por meio do seu motor primário e a sua ligação em paralelo com a rede deve ser controlada, de preferência automaticamente, por forma não serem ultrapassados os limites indicados no quadro 5.

**QUADRO 5**

**Limites para a ligação em paralelo com a rede de geradores independentes**

Parâmetro	Potência do Gerador	
	$S \leq 500$ kVA	$S > 500$ kVA
Desvio da tensão em relação à rede (tensão da rede 1,00 p.u.)	$\pm 0,1$ p.u.	$\pm 0,08$ p.u.
Desvio da frequência em relação à da rede	$\pm 0,3$ Hz	$\pm 0,2$ Hz
Desvio angular em relação à tensão da rede	$\pm 20^\circ$	$\pm 10^\circ$

Os geradores síncronos de potência não superior a 500 kVA podem ser ligados como assíncronos desde que sejam respeitadas as condições referidas na secção 5.4.3.1 e que a duração da marcha como assíncrono não exceda 2 s.

#### 5.4.3.3 - Critérios para a reposição do paralelo

Sem prejuízo do que for estabelecido nos protocolos particulares entre a CRR e o produtor independente, a reposição do paralelo de uma instalação de produção, depois de desligada pela actuação das protecções em consequência de uma falha na rede (ver secção 5.3.1), só pode ser feita após preenchidas as seguintes condições:

- a) mínimo 3 min após a estabilização do valor da tensão na rede entre 0,8 e 1,1 p.u. em relação ao seu valor nominal;
- b) com intervalos mínimos de 15 s entre as religações dos diferentes geradores, excepto para o caso de aerogeradores em que esse intervalo não deve ser inferior a 1 min (ver secção 5.4.3.1).

A fim de evitar religações não desejadas, o sistema de religação automático à rede receptora deve desligar a IPI de forma permanente se ocorrer um disparo logo após a primeira tentativa de reposição de serviço, só podendo ser reposto o serviço manualmente, após eliminação do defeito.

#### **5.4.4 - Limitação das harmónicas**

A tensão gerada pelos produtores independentes deve ser praticamente sinusoidal, de modo a evitar efeitos prejudiciais nos equipamentos instalados pelos consumidores da rede receptora a que aqueles estão ligados.

Cabe à CRR identificar as causas de distorção harmónica quando esta se revelar prejudicial e propor disposições que reduzam a distorção a níveis aceitáveis, podendo estas consistir em processos de redução da injeção harmónica ou na utilização de filtragem adequada.

Os encargos com estas disposições serão suportados pelo produtor de energia na medida em que for a instalação de produção a causadora da distorção excessiva.

Os produtores ficam sujeitos às disposições em vigor sobre a qualidade de serviço nas redes eléctricas.

#### **5.4.5 - Correção do factor de potência**

O factor de potência médio mensal da energia fornecida por meio de geradores assíncronos fora das horas de vazio (horas cheias e horas de ponta), não deve ser inferior a 0,85 indutivo, devendo, para esse efeito, serem instaladas baterias de condensadores. Estas baterias devem ser montadas de modo que, quando o disjuntor de interligação actuar, os condensadores sejam desligados automaticamente, a fim de evitar quer a auto-excitação dos grupos quer o aparecimento de sobretensões perigosas.

De igual forma, estas baterias não devem permanecer ligadas à rede quando não houver produção na instalação sem que haja uma adaptação do seu valor ao consumo que eventualmente exista.

As baterias de capacidade fixa devem, pois, ser desligadas por meio de um contactor apropriado, coordenado com o disjuntor de interligação e com os disjuntores individuais dos geradores.

Para os geradores síncronos, o factor de potência da energia fornecida pode ter de variar entre 0,8 indutivo e 0,8 capacitivo perante variações na tensão da rede dentro dos limites legais.

Durante as horas de vazio não é permitido o fornecimento de energia reactiva à rede.

#### **5.4.6 - Regime do neutro**

O regime do neutro da instalação de produção deve ser compatível com o regime do neutro existente na rede receptora a que fornece energia.

Nas instalações de produção ligadas a redes AT ou MT, cuja ligação é obrigatoriamente feita por meio de transformador, o neutro do lado da rede deve ficar isolado.

No caso de interligação entre uma instalação de produção e uma rede de BT, o neutro dos geradores, quando existir, deve ser ligado ao neutro da rede. Nas instalações de produção preparadas para funcionarem independentes da rede, alimentando cargas próprias, a separação da instalação de produção da rede deve ser acompanhada de uma ligação do neutro da instalação à terra, a qual deve ser desligada quando for restabelecido o paralelo com a rede.

O aparelho de corte da interligação deve interromper todos os condutores activos, incluindo o neutro, se o houver.

#### **5.4.7 - Regras para a condução de uma instalação de produção**

O produtor independente deve conduzir a sua instalação no respeito das condições regulamentares, devendo nomeadamente:

- a) indicar à CRR qual o regime de funcionamento previsto; qualquer alteração deste regime, nomeadamente em caso de indisponibilidade, deve ser comunicado à CRR com antecedência ou com a máxima brevidade;

- b) registar, em livro próprio, a ocorrência de incidentes ou avarias, de maior relevância, livro esse que estará acessível ao pessoal da CRR;
- c) facultar, sempre que solicitado, o acesso às suas instalações ao pessoal da CRR credenciado para o efeito, pondo à sua disposição os meios necessários para a realização das operações que esse pessoal estiver incumbido de executar;
- d) considerar, para efeitos de segurança, a rede receptora como estando sempre em tensão, certificando-se da ausência efectiva de tensão antes de proceder à execução de quaisquer trabalhos na sua instalação.

A CRR pode suspender o funcionamento em paralelo das instalações de produção, por razões ligadas à segurança das pessoas e bens, devendo, de imediato, dar conhecimento do facto à DGE.

Durante a realização de trabalhos em tensão em redes de MT, não é permitido o funcionamento em paralelo com a rede de nenhuma instalação de produção ligada a uma rede de BT alimentada pela saída da SE que estiver em Regime Especial de Exploração. Durante o período de realização de trabalhos em tensão, o produtor independente pode optar por auto-abastecer-se ficando isolado da rede (abertura de S2 da figura 3) ou desligar os geradores, continuando as suas cargas alimentadas pela rede (abertura de S4). Por esse motivo, a ponta que a instalação de utilização tomar à rede durante a realização dos trabalhos não é considerada para efeitos de facturação.

O acima exposto é também aplicável às instalações de produção ligadas em MT à saída da SE que estiver em Regime Especial de Exploração para as instalações de produção de potência inferior a 1000 kVA. Para instalações de potência instalada igual ou superior será permitido o funcionamento em paralelo com a rede, durante a execução dos trabalhos em tensão, desde que seja possível passar do regime normal para um “Regime Especial de Exploração”, caracterizado pela supressão das temporizações de todos os relés da protecção de interligação, por meio de um único comutador, acessível e manobrável pelo pessoal da CRR, dotado de chave prisioneira na posição “Normal” e livre na posição “Especial”.

As instalações de produção ligadas em AT deverão ser equipadas com um comutador de “Regime Especial de Exploração” caso os respectivos produtores independentes pretendam continuar a fornecer energia à rede AT durante a execução de trabalhos em tensão, quando nesta passarem a ser executados este tipo de trabalhos.

#### **5.4.8 - Disposições finais**

No **Anexo 2** são referidas as protecções aconselhadas para uma instalação de produção de energia eléctrica e no **Anexo 3** são apresentados diagramas que permitem verificar a influência da instalação de produção na tensão da rede.

## **A N E X O 1.1**

### **MINUTA DE REQUERIMENTO PARA APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO**

#### **LICENCIAMENTO DA INSTALAÇÃO DE PRODUÇÃO INDEPENDENTE DE ENERGIA ELÉCTRICA - PARTE ELÉCTRICA**

Exmo. Senhor  
Ministro da Indústria e Energia

...(Entidade)...., com sede em ...(lugar, freguesia e concelho)...., com o número fiscal de contribuinte ..., desejando estabelecer no rio ..., entre as cotas ... e ..., na bacia ..., uma central hidroelétrica de ... MVA (indicar as características da central, nomeadamente queda bruta, caudal, nº de grupos, potência instalada e energia produtível em ano médio) ..., sita no ...(lugar, freguesia e concelho)...., de harmonia com o projecto em anexo, vem solicitar a V. Ex<sup>a</sup> a necessária autorização para o estabelecimento da instalação de produção independente de energia eléctrica, ao abrigo do disposto no DL 189/88 de 27 de Maio.

Pede deferimento

Local e data .....

Assinatura (não reconhecida) do proprietário  
ou do seu representante legal e carimbo da entidade

Anexo: 4 exemplares do projecto.

## **ANEXO 1.2**

### **MINUTA DE REQUERIMENTO PARA O LICENCIAMENTO DA INSTALAÇÃO DE PRODUÇÃO INDEPENDENTE DE ENERGIA ELÉCTRICA - PARTE ELÉCTRICA**

Exmo. Senhor  
Ministro da Indústria e Energia

...(Entidade)...., com sede em ...(lugar, freguesia e concelho)...., com o número fiscal de contribuinte ...., desejando estabelecer ...., (indicar as características da instalação eléctrica no que se refere à potência instalada, tensão, combustível utilizado, características dos geradores, etc.)...., na sua ...(indicar e caracterizar o tipo de actividade comercial ou industrial)...., sita no ...(lugar, freguesia e concelho)...., de harmonia com o projecto em anexo, vem solicitar a V. Exa<sup>a</sup> a necessária autorização para o estabelecimento da instalação de produção independente de energia eléctrica, ao abrigo do disposto no DL 189/88 de 27 de Maio.

Pede deferimento

Local e data .....

Assinatura (não reconhecida) do proprietário  
ou do seu representante legal e carimbo da entidade

Anexo: 4 exemplares do projecto.

## **A N E X O 1.3**

### **TERMO DE RESPONSABILIDADE PELO PROJECTO DAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS**

Eu, abaixo assinado ... (nome), ... (categoria profissional), com o número fiscal de contribuinte ..., inscrito na Direcção-Geral de Energia com o nº ..., portador do bilhete de identidade nº ..., passado pelo serviço do Arquivo de Identificação d ..., em .../.../..., domiciliado em ..., autor do projecto junto ..., (identificação), declaro que nele se observaram as disposições regulamentares em vigor, bem como outra legislação aplicável.

Declaro também que esta minha responsabilidade terminará com a aprovação do projecto ou dois anos após a sua entrega ao proprietário da instalação, caso o projecto não seja submetido a aprovação.

Local e Data: .....

Assinatura (reconhecida)

sobre uma estampilha fiscal de valor  
previsto para Termo de Responsabilidade

## **ANEXO 1.4**

### **TERMO DE RESPONSABILIDADE PELA EXECUÇÃO**

Eu, abaixo assinado ... (nome), ... (categoria profissional), inscrito na Direcção-Geral de Energia com o nº ..., portador do bilhete de identidade nº ..., passado pelo serviço do Arquivo de Identificação d ..., em .../.../..., domiciliado em ..., ao serviço de ... (entidade), declaro que tomo toda a responsabilidade pela execução das instalações eléctricas de ... (natureza da instalação) de ... (proprietário das instalações), em ..., de acordo com o respectivo projecto aprovado, caso exista, e as disposições regulamentares em vigor.

Local e Data: .....

Assinatura (reconhecida)

sobre uma estampilha fiscal de valor  
previsto para Termo de Responsabilidade

**A N E X O 1.5**  
**MINUTA DE REQUERIMENTO PARA**  
**PEDIDO DE VISTORIA**

Exm<sup>o</sup>. Senhor  
Director-Geral de Energia

...(Entidade)...., com sede em ...(lugar, freguesia e concelho)...., com o número fiscal de contribuinte ..., tendo concluído os trabalhos de estabelecimento de ..., (indicar as características da central eléctrica), na sua ...(indicar e caracterizar o tipo de actividade comercial ou industrial)...., sita no ...(lugar, freguesia e concelho)...., de harmonia com o projecto aprovado, vem solicitar a V. Ex<sup>a</sup> se digne mandar proceder à necessária vistoria e autorização para a sua exploração, ao abrigo do n<sup>o</sup> 8 do artigo 19<sup>o</sup> do Decreto-Lei n<sup>o</sup> 189/88, de 27 de Maio.

Pede deferimento

Local e data .....

Assinatura (não reconhecida) do proprietário

ou do seu representante legal

Anexo: Juntar a título devolutivo o conhecimento da contribuição industrial

(O requerimento de vistoria deverá também ser assinado pelo técnico responsável pela exploração de acordo com o n<sup>o</sup> 2 do artigo 18<sup>o</sup> do Decreto Regulamentar n<sup>o</sup> 31/83, de 18 de Abril)

## **ANEXO 1.6**

### **TERMO DE RESPONSABILIDADE PELA EXPLORAÇÃO**

Eu, abaixo assinado ... (nome), ... (categoria profissional), com o número fiscal de contribuinte ..., inscrito na Direcção-Geral de Energia com o nº ..., portador do bilhete de identidade nº ..., passado pelo serviço do Arquivo de Identificação d ..., em .../.../..., domiciliado em ..., declaro que tomo toda a responsabilidade técnica pela boa exploração das instalações eléctricas de ... (natureza das instalações)(I) de ... (proprietário das instalações), sitas em (local) ..., de acordo com as disposições regulamentares de segurança em vigor e demais legislação aplicável, e da exploração das instalações que o mesmo venha a estabelecer, desde que estas sejam do meu conhecimento expresso.

Declaro, também, que esta minha responsabilidade durará enquanto aquelas instalações estiverem em exploração, salvo declaração expressa em contrário.

Local e Data: .....

Assinatura (reconhecida)

sobre uma estampilha fiscal de valor  
previsto para Termo de Responsabilidade

## ANEXO 2

### PROTECÇÃO DOS GERADORES

Uma instalação de produção deve dispor de um conjunto de relés destinados à protecção dos seus geradores, apresentando-se no quadro 6 resumidamente as características dos relés aconselháveis. Estas indicações não são exaustivas, podendo ser acrescentadas ou suprimidas funções de protecção de acordo com os critérios usados no projecto da instalação.

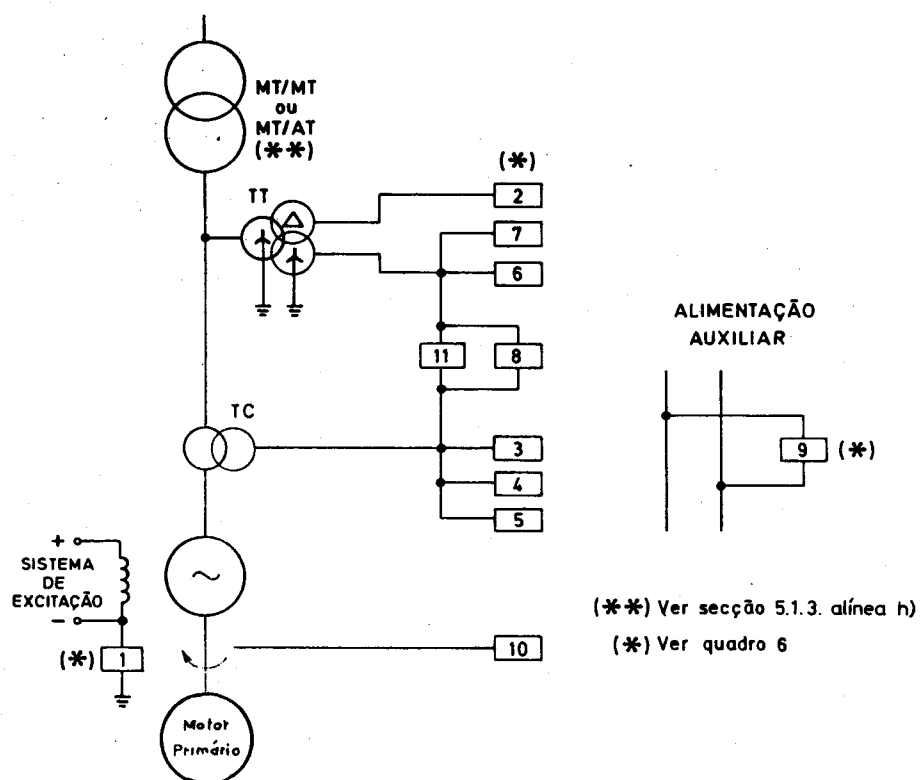
Nas figuras 8 e 9 apresentam-se esquemas típicos de aplicação.

A instalação de produção deve estar prevista para a ocorrência de um súbito desaparecimento da tensão da rede da CRR e da sua reaparição após um intervalo de tempo compreendido entre 0,3 s e 180 s e resultante do funcionamento dos dispositivos de religação automática eventualmente existentes na rede ou que nela possam vir a ser instalados.

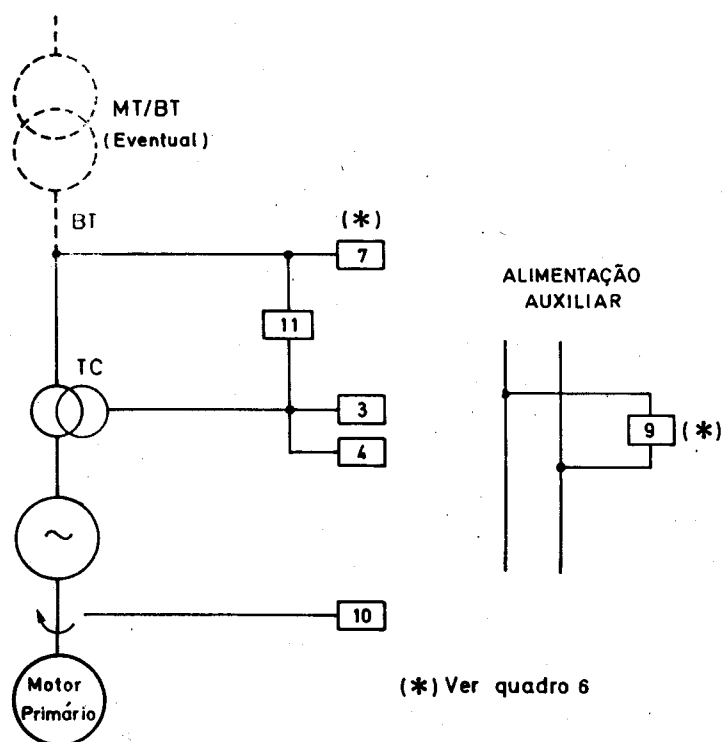
**QUADRO 6**

**Protecções aconselhadas para uma instalação de produção**

TIPO DE PROTECÇÕES		Tipo de gerador				
		Síncrono ou assíncrono auto-excitado		Assíncrono		
		BT	MT P < 10 MVA	BT	MT	
					P < 1 MVA	P ≥ 1 MVA
1	Terra do rotor	(X) (1)	(X) (1)	—	—	—
2	Terra do estator	(X)	X	—	(X)	(X)
3	Sobrecarga	X	X	X	X	X
4	Máximo de corrente de fase ( Terminais)	X	X	X	X	X
5	Desiquilíbrio de corrente	—	—	—	(X)	—
6	Mínimo de tensão no gerador	(X)	(X)	—	—	—
7	Máximo de tensão	(X)	(X)	(X) (2)	(X) (2)	(X) (2)
8	Perda de excitação	(X)	X	—	—	—
9	Perda de alimentação auxiliar	X	X	X	X	X
10	Máximo de velocidade	X	X	X	X	X
11	Retorno de energia (3)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
(1) Não se aplica aos geradores assíncronos.						
(2) Para se evitar o perigo de auto-excitação na falta de corte da compensação de energia reactiva.						
(3) Conforme o tipo de motor primário (sistema de accionamento).						
(X) Opcional.						
X Aconselhado						



**Fig. 8 - Conjunto típico de protecção de uma instalação de produção com geradores síncronos ou assíncronos MT.**



**Fig. 9 - Conjunto típico de protecções de uma instalação de produção com geradores assíncronos BT.**

## **ANEXO 3**

### **INFLUÊNCIA DA INSTALAÇÃO DE PRODUÇÃO NA TENSÃO DA REDE**

Através do diagrama representado na figura 10 pode determinar-se a queda transitória de tensão provocada no Ponto de Interligação pelo arranque como motor de geradores assíncronos BT.

O diagrama representado na figura 11 permite determinar a variação da tensão em regime permanente no Ponto de Interligação quando um gerador (síncrono ou assíncrono) fornece a sua potência activa à rede e consome potência reactiva.

Em ambos os diagramas, são indicados, em abcissas, o módulo da impedância equivalente da rede, vista do Ponto de Interligação, e, em ordenadas, a relação entre a variação da tensão (em percentagem) e a corrente do gerador.

$\Delta V$  = Queda de Tensão (%)  
 $I$  = Corrente Fornecida (A)  
 $|Z|$  = Valor Absoluto da Impedância do Sistema Vista do P.I. (Ω)  
 $\Phi$  = Ângulo da Impedância do Sistema Vista do P.I.  
 $\cos \phi$  = Factor de Potência Correspondente à Corrente Fornecida

$$\frac{\Delta V}{I} = |Z| \frac{\cos \phi \cos \phi + \sin \phi \sin \phi}{V_N} \sqrt{3} \cdot 100$$

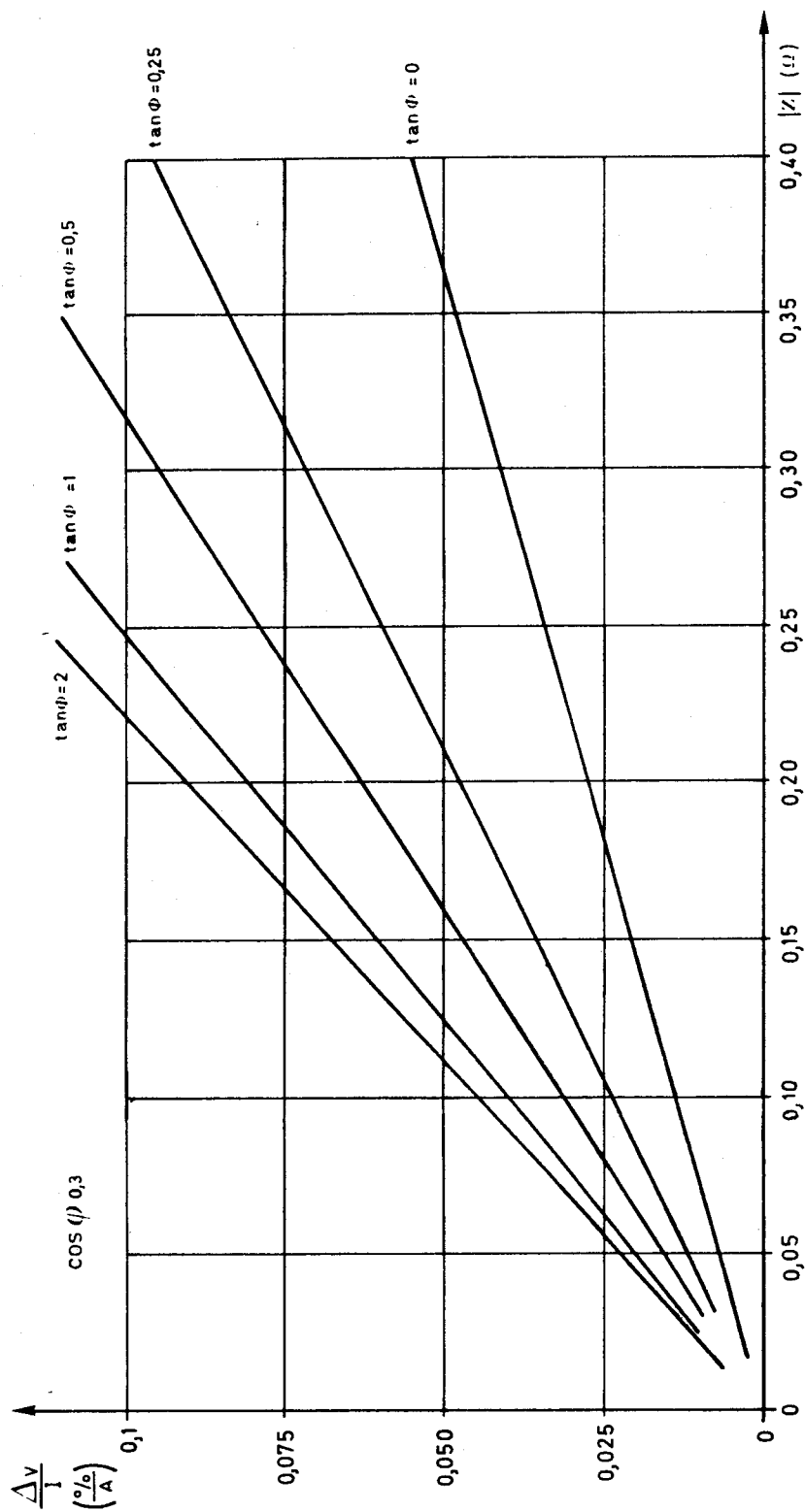


Fig. 10 - Relação entre o abaixamento de tensão e a corrente de arranque para geradores assíncronos BT arrancando como motor, em função do valor absoluto da impedância do sistema vista do Ponto de Interligação.

$\Delta V$  = Queda de tensão (%)  
 $I$  = corrente fornecida (A)  
 $|Z|$  = valor absoluto da impedância do sistema vista do P.I. ( $\Omega$ )  
 $\Phi$  = ângulo da impedância do sistema vista do P.I.  
 $\cos \phi$  = factor de potência correspondente à corrente fornecida

$$\frac{\Delta V}{I} = |Z| \frac{\cos \phi \cos \psi + \sin \phi \sin \psi}{V_N} \cdot \sqrt{3} \cdot 100$$

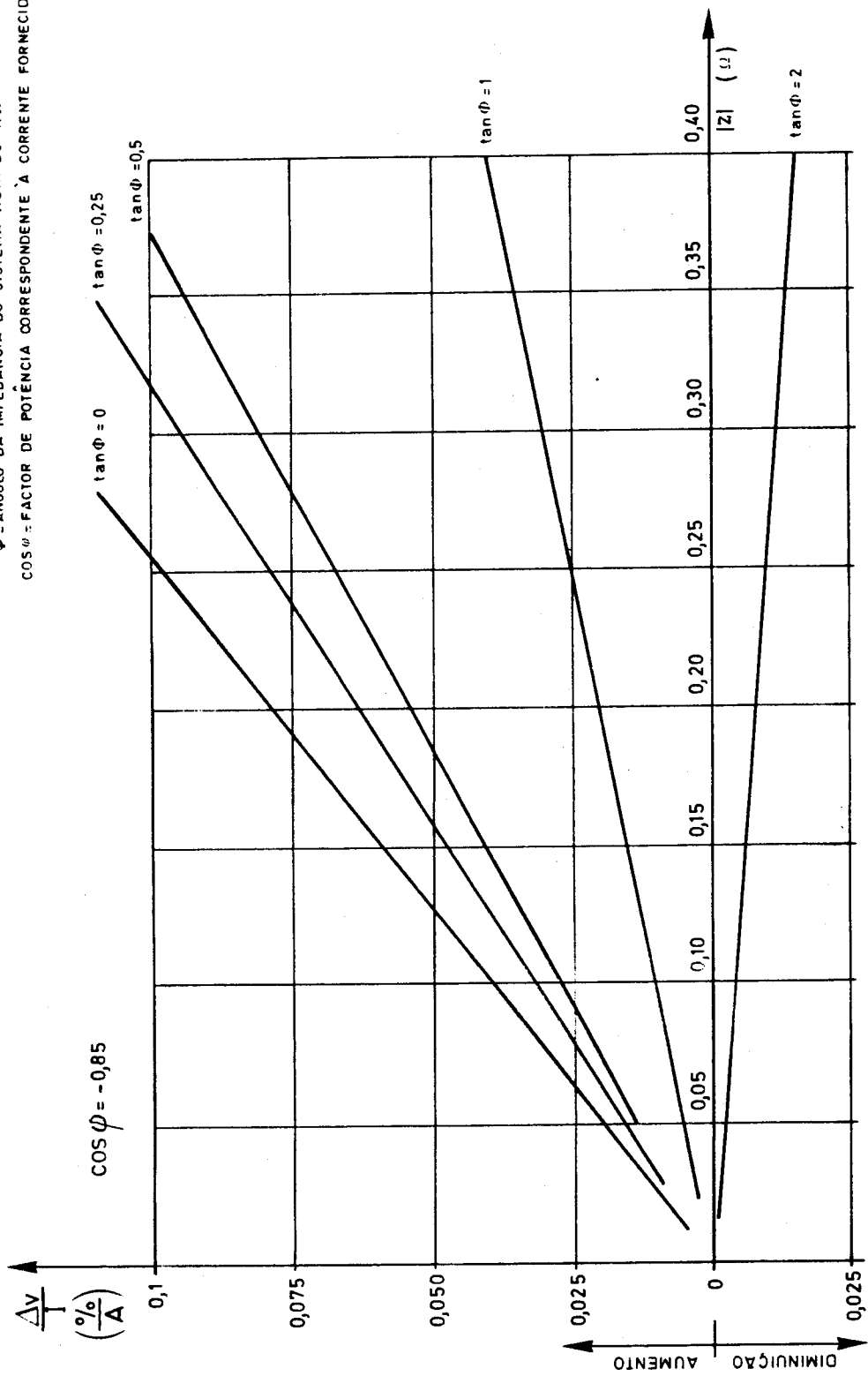


Fig. 11 - Relação entre a variação de tensão, em regime permanente, e a corrente fornecida pela instalação de produção em função do valor absoluto da impedância do sistema vista do Ponto de Interligação (P.I.). Presume-se que o gerador fornece potência activa à rede com  $\cos \psi = -0,85$  (em atraso) em relação à rede.