



CTeSP IEA

Conceção de Instalações Elétricas

02 - Balanço de Potência

2.º ano - 1.º semestre
2017 / 2018



O projeto elétrico

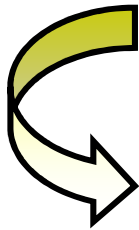
■ Identificar os recetores

- ☐ motores, iluminação, aparelhos de aquecimento, etc....
- ☐ fator de potência,
- ☐ rendimento,
- ☐ modo de funcionamento dos recetores (corrente de arranque, harmónicas ...).



■ Definir as potências

- ☐ instaladas,
- ☐ de utilização,
- ☐ futuras,
- ☐ contrato com o distribuidor,



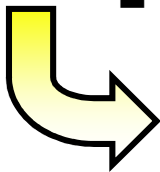
■ Definir as fontes

- ☐ principais
- ☐ de socorro

■ Escolha dos materiais

os materiais elétricos devem ser escolhidos tendo em conta:

- ☐ as condições de serviço
- ☐ as condições de influência externa





Arquitetura de rede e potências

1º Definir a estrutura da distribuição da energia elétrica

- Subdivisão dos circuitos (e quadros de distribuição)

Os equipamentos com características de riscos idênticos devem ser agrupados em circuitos comuns.

- Avaliação da potência previsível a nível global e setorial

A potência de cada quadro terminal deve refletir o regime de exploração mais desfavorável, considerando situações especiais como o arranque de motores

2º Calcular a potência instalada, potência de utilização e potência a contratar – tendo em conta os fatores de redução e de aumento



Fatores de Redução

A potência de utilização total é, normalmente, inferior à potência instalada por dois motivos:

- ❑ Porque alguns recetores (por exemplo os motores) não costumam trabalhar à plena carga

- **Coeficiente de Utilização (K_u)**

Relação entre a potência efetivamente absorvida por um dado aparelho de utilização e a sua potência estipulada.

- ❑ Porque os recetores raramente funcionam todos em simultâneo

- **Coeficiente de Simultaneidade (K_s)**

Relação entre o somatório das potências estipuladas dos equipamentos suscetíveis de funcionarem simultaneamente e o somatório das potências estipuladas de todos os equipamentos alimentados pelo mesmo circuito ou pela mesma instalação.



Fator de aumento

A potência a contratar pode ser superior à potência de utilização, quando exista uma perspectiva de evolução da potência de utilização:

➤ **Coeficiente de Evolução de Cargas (K_e)**

Caracteriza a margem de ampliação da potência instalada, tendo também em conta a eventual alteração dos coeficientes de simultaneidade.



Fatores de redução - exemplos

NF C 15-100

■ Fator de utilização (Ku)

- Iluminação /aquecimento = 1,
- motor = 0,3 - 0,75 - 1.

■ Fator de simultaneidade (Ks)

utilização	fatores de Simultaneidade
iluminação	1
aquecimento e ar condicionado	1
tomadas de corrente (1)	0,1 a 0,2
elevadores (2) e monta cargas	1 0,75 0,60
- para o motor de maior potência	
- para o motor seguinte	
- para os outros	
(1) Para instalações industriais poderá ser maior (2) $I_b = I_N$ do motor + 1/3 de I_d .	

IEC 60439-1

■ Fator de simultaneidade (Ks) para quadros de distribuição.

número de circuitos	factor
2 e 3	0,9
4 e 5	0,8
6 a 9	0,7
10 ou mais	0,6
conjuntos parcialmente testados escolher em todos os casos	1



Fatores de simultaneidade para instalações coletivas e entradas

QUADRO 803A

Factores de simultaneidade para locais de habitação e seus anexos

Número de instalações eléctricas (de utilização) situadas a jusante	Coefficiente de simultaneidade
2 a 4	1,00
5 a 9	0,75
10 a 14	0,56
15 a 19	0,48
20 a 24	0,43
25 a 29	0,40
30 a 34	0,38
35 a 39	0,37
40 a 49	0,36
≥ 50	0,34

Fonte:
RTIEBT



Determinação das Potências

2º Calcular a potência instalada, potência de utilização e potência a contratar

- A **potência instalada** (S_i) corresponde à soma das potências consumidas à plena carga, por todos os equipamentos da instalação (em VA).

$$S_i = \sqrt{\left(\sum_{k=1}^n P_k\right)^2 + \left(\sum_{k=1}^n Q_k\right)^2}$$

P_k é a k -ésima componente de potência ativa instalada, num total de n , em W

Q_k é a k -ésima componente de potência reativa instalada, num total de n , em var



Determinação das Potências

2º Calcular a potência instalada, potência de utilização e potência a contratar (cont.)

• **A *potência de utilização (Su)* é a potência elétrica que realmente vai ser consumida por todos os equipamentos instalados.**

$$S_u = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

P_k é a k-ésima componente da potência ativa
 K_{uk} é a k-ésima componente do fator de utilização
 K_{sk} é a k-ésima componente do fator de simultaneidade
 $P_k \cdot \tan \varphi_k$ é a k-ésima componente de potência reativa

$$P = \sum_{k=1}^n (P_k \cdot K_{uk} \cdot K_{sk})$$

$$Q = \sum_{k=1}^n (P_k \cdot \tan \varphi_k \cdot K_{uj} \cdot K_{sj})$$



Determinação das Potências

2º Calcular a potência instalada, potência de utilização e potência a contratar

- **A *potência a contratar (Sc)* é a potência a contratar ao distribuidor público ou a instalar em PT/SE, de valor igual ou superior à potência de utilização.**

$$S_c = S_u \cdot K_e$$

Sc – potência a contratar

Su – potência de utilização

Ke – Coeficiente de evolução de cargas



Determinação das Potências

Na determinação da potência a considerar para o dimensionamento das Instalações:

- Registo das características de todos os equipamentos de utilização já existentes;
- Registo das características de todos os equipamentos de utilização cuja aquisição seja previsível

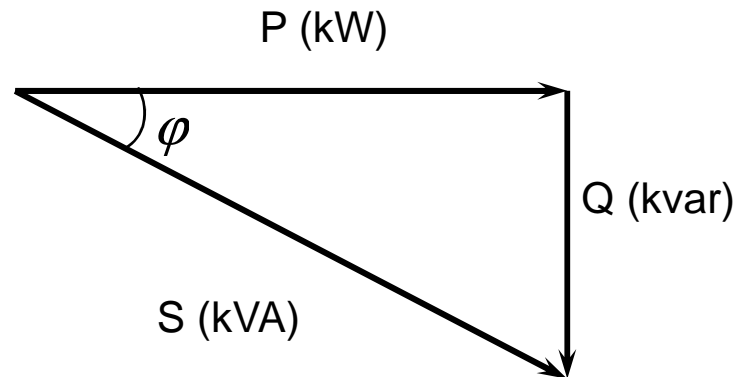
Para todos os equipamentos, registar as características técnicas:

- Potência útil (P_u)
- Rendimento (η)
- Fator de potência ($\cos\phi$)



O fator de potência

■ Potências : definições (monof.)



$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

□ potência aparente

$$S = U \cdot I$$

□ potência ativa

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

□ potência reativa

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$$

■ Fator de potência

$$F_p = \frac{P}{S}$$

Nota : aparelhos de aquecimento (resistências)

$$S = P$$

$$F_p = 1$$



Iluminação

$$S = P_a = P_n$$

- Lâmpadas de incandescência normais ou halogéneos:

$$P_a = P_n$$

- Lâmpadas fluorescentes:

a potência em W indicada sobre o tubo não tem em consideração a potência absorvida pelo balastro

$$P_n = U I F_p$$

$$P_a = P_n + P_{\text{balastro}} \quad (P_{\text{balastro eletromagnético}} = 25 \% \text{ de } P_n)$$

$$F_p = 0,60 \text{ montagem não compensada}$$

$$F_p = 0,86 \text{ montagem compensada}$$

$$F_p = 0,96 \text{ com balastro eletrónico (em caso de falta de dados)}$$

Ex : simples com arrancador, balastro compensado.

P lamp = 36W,

P absorvida = 45W,

I_a = 0,237 A

- Outros sistemas de iluminação :

- Vapor de mercúrio

- Vapor de sódio

Lâmpadas de descarga :

ex : P lamp = 100W

U = 230V, I = 1,1 A

P com bobina = 115 W

C = 16μF para cos φ ≥ 0,9

O motor assíncrono



Mot. 3 ~ LS 80 LT					
Nº5188565			BJ 017 Kg		
IP 55 I cl F		40°C		S1	
V	Hz	min ⁻¹	kW	cosφ	A
D 230	50	935	1,1	0,78	4,8
Y 400					2,8
MADE IN FRANCE					

$$P_a = \frac{P_u}{\eta} = \sqrt{3}UI \cos \varphi$$

Potência ativa nominal (trifásico)

$$P_a = \frac{P_u}{\eta} = UI \cos \varphi$$

Potência ativa nominal (monofásico)

$$S = \frac{P_a}{\cos \varphi}$$

$$S = UI \sqrt{3}$$

Potência aparente

Exemplo de « Fp » (f) carga

100%	Fp = cos φ ≅ 0,85
75%	Fp = cos φ ≅ 0,8
50%	Fp = cos φ ≅ 0,73
25%	Fp = cos φ ≅ 0,55



Potência instalada - Iluminação

□ A potência instalada é a soma das potências nominais de todos os receptores da instalação. Numa instalação nem todas as grandezas são conhecidas, os valores do quadro permitem uma aproximação grosseira (as estimativas de *potência de iluminação* foram feitas para locais com aproximadamente 500 m² de superfície).

iluminação fluorescente (compensada com $\cos \varphi = 0,86$)

tipo de exploração	Potência estimada (VA/m ²) lâmpada fluorescente com reflector industrial (1)	Iluminação média (lux = lm/ m ²)
vias de circulação	7	150
áreas de stockagem sem trabalho contínuo		
trabalhos grosseiros : fabricação/montagem de grandes peças	14	300
trabalhos correntes : trabalhos de escritório	24	500
trabalhos de precisão : sala de desenho, oficinas de montagem de precisão	41	800

(1) exemplo : lâmpada 65 W (balastro não incluído), fluxo 5100 lm, eficácia luminosa da lâmpada 78,5 lm/W.
Estimativa das potências instaladas.



Potência instalada – força motriz

- As estimativas de *potência de força motriz* foram feitas para locais com aproximadamente 500 m² de superfície

Força motriz	
tipo de exploração	Potência estimada (VA/m ²)
central de bombagem ar comprimido	3 a 6
ventilação dos locais	23
aquecimento eléctrico por convector :	
casa individual	115 a 146
apartamento	90
escritórios	25
armazens de expedição	50
oficinas de montagem	70
oficinas de maquinaria	300
oficinas de pintura	350
oficinas de tratamento térmico	700

Estimativa das potências instaladas.

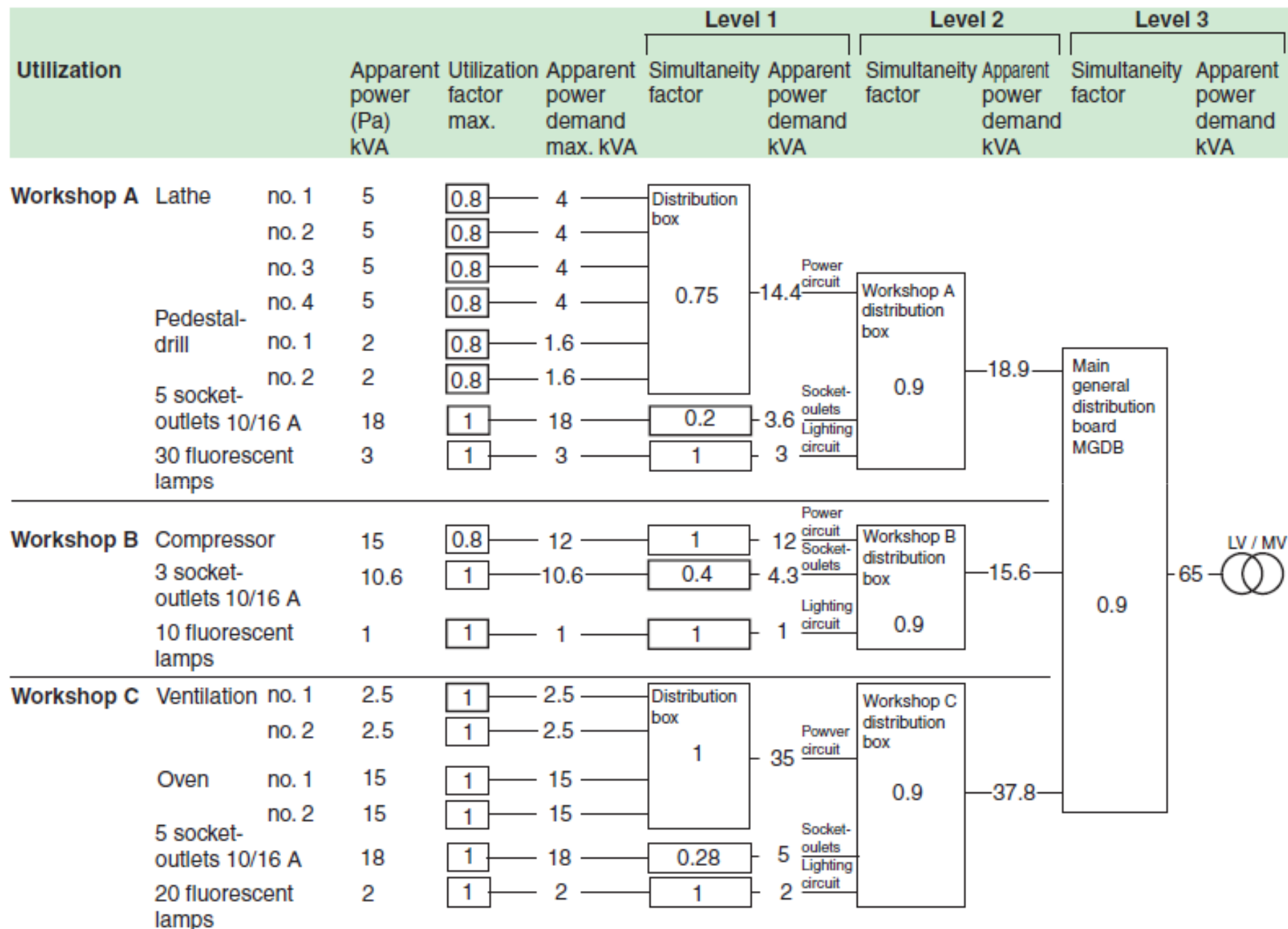


Potências mínimas para Estabelecimentos Comerciais

801.2.6.3 — Potência mínima para o dimensionamento de lojas e de pequenos estabelecimentos comerciais.

As instalações elétricas de lojas e de pequenos estabelecimentos comerciais devem ser dimensionadas para potências não inferiores a 30 VA/m², com o mínimo de 3,45 kVA, em monofásico (15 A, em 230 V).

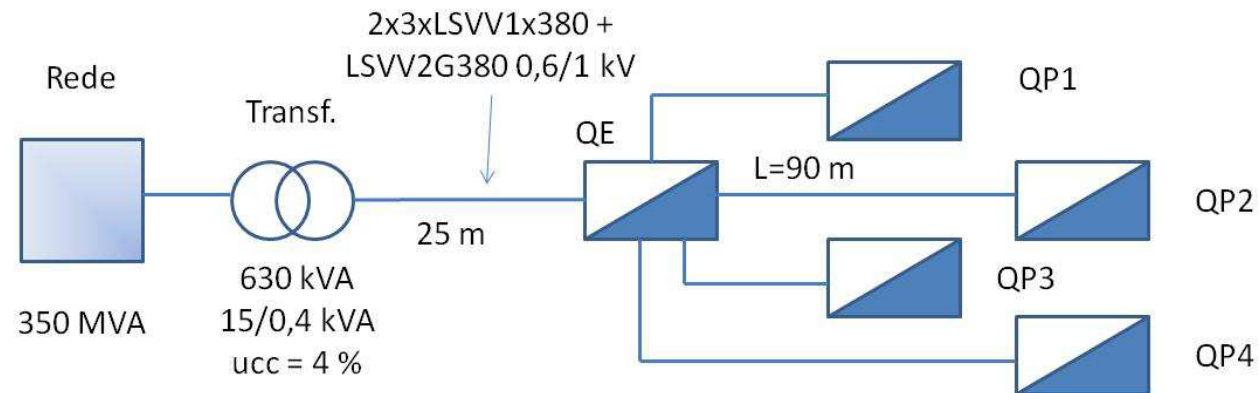
*Fonte:
RTIEBT*





Exemplo de balanço de potência

Determinar o balanço de potência.



Quadro	Tipo	Descrição
QP1	Iluminação	800 lâmpadas fluorescentes de 58 W com balastro ferromagnético e montagem compensada
	Tomadas UG	18 circuitos monofásicos com 7 tomadas de 16 A
QP2	Iluminação	Fluorescente compensada para trabalhos correntes para área de 1.200 m ²
	Tomadas	7 circuitos monofásicos com 5 tomadas de 16 A
	Monta cargas	$P_n = 5,5 \text{ kW}$; $\eta = 87\%$; $\cos \varphi = 0,80$; $K_u = 0,95$ e $P_n = 4,0 \text{ kW}$, $\eta = 86\%$; $\cos \varphi = 0,80$; $K_u = 0,93$
QP3	Força motriz 3	$P_n = 22 \text{ kW}$; $\eta = 91\%$; $\cos \varphi = 0,83$; $K_u = 0,99$
QP4	Força motriz 4	$P_n = 37 \text{ kW}$; $\eta = 92\%$; $\cos \varphi = 0,83$; $K_u = 0,98$



Exemplo de balanço de potência

QP1:

Iluminação

$$P_1 = 800 \times 58 \times 1,25 = 58 \text{ kW}$$

$$Q_1 = P_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi = 58 \times \operatorname{tg}(\arccos(0,86)) = 34,42 \text{ k var}$$

Tomadas

$$S_2 = U \cdot I_2 = U \cdot I \cdot K_u \cdot K_s =$$

$$= 230 \times 16 \times 18 \times 1 \times 0,3 = 19,87 \text{ kVA}$$

$$P_2 = S_2 = 19,87 \text{ kW}$$

$$Q_2 = 0 \text{ k var}$$



Exemplo de balanço de potência

QP2: Iluminação

$$\left\{ \begin{array}{l} S_3 = 24 \text{ VA} / m^2 \times 1.200 m^2 = 28,8 \text{ kVA} \\ P_3 = S_3 \times 0,86 = 24,8 \text{ kW} \\ Q_3 = \sqrt{S_3^2 - P_3^2} = 14,7 \text{ k var} \end{array} \right.$$

Tomadas

$$\left\{ \begin{array}{l} S_4 = U \cdot I_4 = U \cdot I \cdot K_u \cdot K_s = \\ = 230 \times 16 \times 7 \times 1 \times 0,3 = 7,73 \text{ kVA} \\ P_4 = S_4 = 7,73 \text{ kW} \end{array} \right.$$

Monta Cargas

Motor 1

$$\left\{ \begin{array}{l} P_5 = \frac{P_n}{\eta} \cdot K_u \cdot K_s = \frac{5,5}{0,87} \times 0,95 \times 1 = 6,01 \text{ kW} \\ Q_5 = P_5 \cdot \operatorname{tg} \varphi_5 = 6,01 \times \operatorname{tg}(\arccos(0,80)) = 4,50 \text{ k var} \end{array} \right.$$

Motor 2

$$\left\{ \begin{array}{l} P_6 = \frac{P_n}{\eta} \cdot K_u \cdot K_s = \frac{4}{0,86} \times 0,93 \times 0,75 = 3,24 \text{ kW} \\ Q_6 = P_6 \cdot \operatorname{tg} \varphi_6 = 3,24 \times \operatorname{tg}(\arccos(0,80)) = 2,43 \text{ k var} \end{array} \right.$$



Exemplo de balanço de potência

QP3:

$$\text{FM 3} \left\{ \begin{array}{l} P_7 = \frac{P_n}{\eta} \cdot K_u \cdot K_s = \frac{22}{0,91} \times 0,99 \times 1 = 23,93 \text{ kW} \\ Q_7 = P_7 \cdot \operatorname{tg} \varphi_7 = 23,93 \times \operatorname{tg}(a \cos(0,83)) = 16,08 \text{ k var} \end{array} \right.$$

QP4:

$$\text{FM 4} \left\{ \begin{array}{l} P_8 = \frac{P_n}{\eta} \cdot K_u \cdot K_s = \frac{37}{0,92} \times 0,98 \times 1 = 39,41 \text{ kW} \\ Q_8 = P_8 \cdot \operatorname{tg} \varphi_8 = 39,41 \times \operatorname{tg}(a \cos(0,83)) = 26,49 \text{ k var} \end{array} \right.$$



Exemplo de balanço de potência

$$S_u = K_s \cdot \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$P = \sum_{i=1}^8 P_i = 185,89 \text{ kW}$$

$$Q = \sum_{i=1}^8 Q_i = 92,02 \text{ k var}$$

$$S_u = K_s \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} = 0,8 \times \sqrt{185,89^2 + 92,02^2} = 165,9 \text{ kVA}$$



Centro de Cargas

Para determinar a localização do centro de cargas elétricas da instalação, para ajuda na decisão da implantação dos quadros elétricos.

$$\text{Centro de Cargas} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot I_i^2}{\sum_{i=1}^n I_i^2} \hat{i} + \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot I_i^2}{\sum_{i=1}^n I_i^2} \hat{j}$$

Onde I_{mq} é a corrente média quadrática:

$$I_{mq}^2 = \sum_{i=1}^n I_i^2$$



Centro de Cargas - Exemplo

CENTRO DE CARGAS - SIMULAÇÃO

Carga	I	x	y
	A	m	m
A	20	-7	-2
B	30	-3	3
C	100	9	0

Imq ²	A ²	11.300
Imq	A	106,3

i	j
m.A ²	m.A ²
84.500	1.900

i	j
m	m
7,48	0,17

