Instalações Elétricas

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade Nova de Lisboa

MIEEC

(Balanço de Cargas)

João Martins

2018/2019

Balanço de cargas

- O **balanço de cargas** é fundamental para um correcto dimensionamento de todas as instalações constituintes do Projecto de Instalações Eléctricas

- O **balanço de cargas** é uma estimativa da potência prevista para todos os consumidores, utilizadores e equipamentos da instalação eléctrica em projecto

Balanço de cargas

- (801.1.1.1) **Potências mínimas e factores de utilização e de simultaneidade**
- As potências mínimas e os **factores de utilização** e de **simultaneidade** a considerar no dimensionamento das instalações eléctricas devem ser fixadas de acordo com as necessidades e com as condições de exploração dos respectivos locais.
- Aspectos a ter em conta:
  - Tipo de instalação
  - Tipo de utilizadores
  - Área da instalação
  - Potências de cargas especificas

Potências Eléctricas

- **Potência instalada**: a soma das potências dos aparelhos elétricos da instalação
- **Potência útil**: potência que se prevê efectivamente utilizar
- **Potência contratada**: potência que a EDP Distribuição coloca à disposição do Cliente, não devendo ser superior à potência para a qual a ligação foi construída

Fornecimento de Energia Eléctrica

- A EDP Distribuição deverá colocar, sem qualquer encargo para o Cliente, na entrada das instalações de utilização, dispositivos, designadamente disjuntores, destinados a impedir que seja tomada uma potência superior aos limites estabelecidos no contrato.

- Os Clientes em BTN podem, a todo o tempo, solicitar a alteração da potência contratada

Fornecimento de Energia Eléctrica

- Nos fornecimentos em BT, designadamente para efeitos dos valores da potência contratada, considera-se que o fornecimento se efectua à tensão de 400 V entre fases, a que correspondem 230 V entre fase e neutro.
- A opção tarifária é da escolha do Cliente, não podendo ser alterada durante um período mínimo de um ano, salvo acordo em contrário entre as partes. Para cada opção tarifária são estabelecidos valores limites da potência contratada

Fornecimento de Energia Eléctrica

- **Tarifas de BT abaixo de 2,3 kVA**
- Tarifa social e tarifa simples. A tarifa social destina-se aos consumos relativos a casas de habitação de residência permanente, mesmo que nelas se exerça uma pequena actividade profissional, com potência contratada até 2,30 kVA e consumo anual não superior a 400 kWh.

	kVA	Eur/mês	Eur/dia*
Tarifa Social	**1,15**	0,51	0,0169
Tarifa Social	**2,30**	1,02	0,0336
Tarifa Simples	**1,15**	2,05	0,0675
Tarifa Simples	**2,30**	4,09	0,1345

Fornecimento de Energia Eléctrica

- **Tarifas de BT entre 2,3 kVA e 20,7 kVA**
- A tarifa simples destina-se à generalidade dos clientes residenciais, lojas, escritórios e pequenas empresas. Preço do kWh é igual em todas as horas do dia. As tarifas bi-horária e tri-horária têm uma redução de 45% no preço do kWh consumido em vazio. Ideal para consumo nocturno ou fim-de-semana.

kVA	Tarifa simples	Tarifa Bi-Horária Tri-Horária		
	EUR/mês	EUR/dia	EUR/mês	EUR/dia
3,45	5,65	0,1859	7,76	0,2552
4,60	7,32	0,2407	9,96	0,3274
5,75	8,99	0,2955	12,15	0,3995
6,90	10,66	0,3503	14,35	0,4717
10,35	15,44	0,5075	20,55	0,6758
13,80	20,27	0,6664	26,86	0,8829
17,25	25,01	0,8224	33,00	10,850
20,70	29,93	0,9839	39,44	12,965

Fornecimento de Energia Eléctrica

- **Tarifas de BT acima de 20,7 kVA**

- Para clientes que precisam de uma potência superior à da média dos clientes residenciais.

kVA	Tarifa de médias utilizações		Tarifa de longas utilizações	
	EUR/mês	EUR/dia*	EUR/mês	EUR/dia*
27,6	51,33	16,874	209,74	68,954
34,5	63,89	21,004	262,15	86,185
41,4	76,45	25,134	314,54	103,410

Fornecimento de Energia Eléctrica

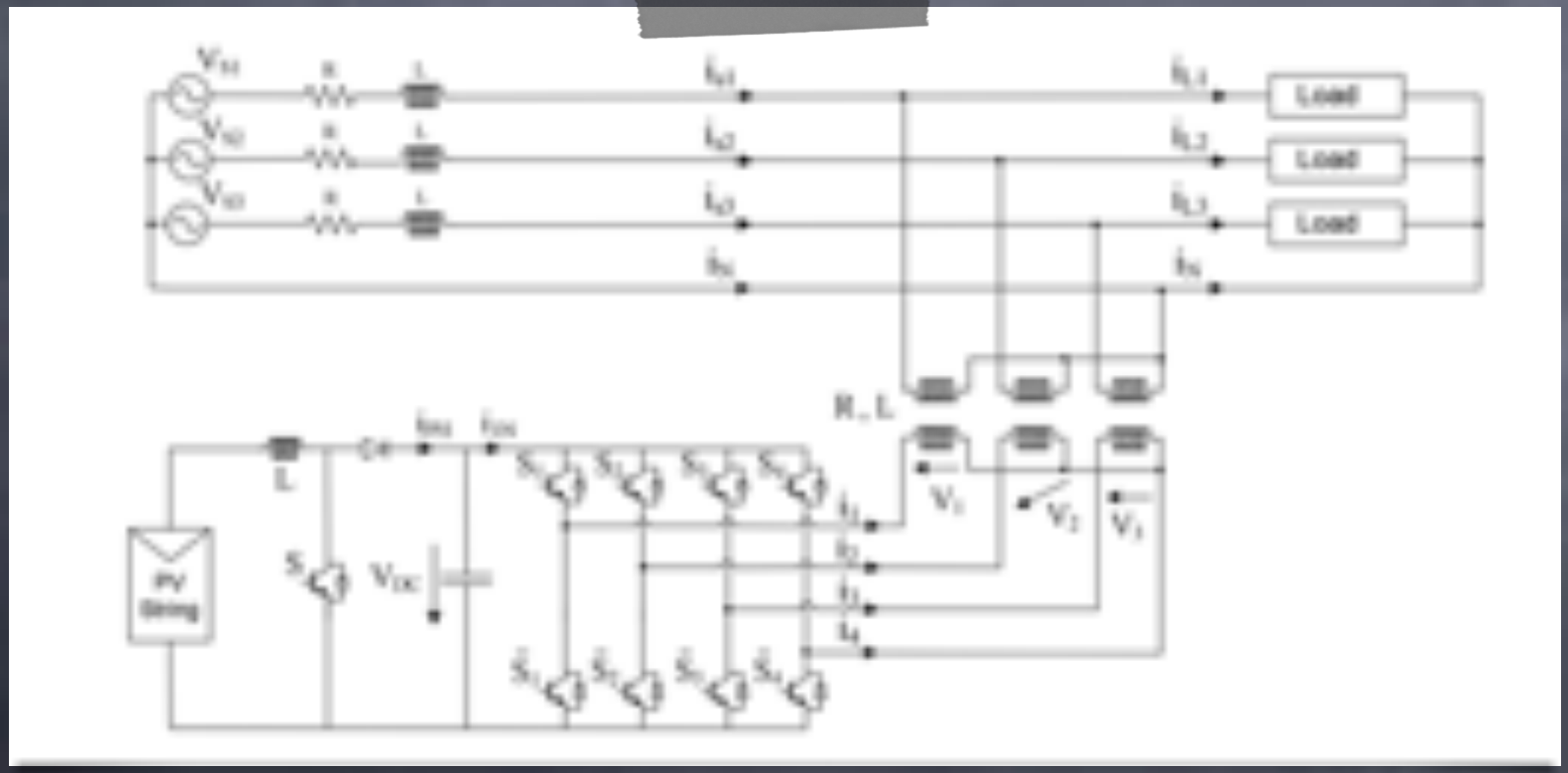
- (801.1.1.3.3) As instalações eléctricas (de utilização) não previstas para alimentar receptores trifásicos, que sejam alimentadas a partir de redes de distribuição (públicas) em baixa tensão e cuja potência total não exceda 10,35 kVA (45 A, em 230 V) devem ser **monofásicas**.

  Para potência superiores a 10,35 kVA, as instalações eléctricas (de utilização) devem ser alimentadas em **trifásico**, podendo, com o acordo prévio do distribuidor, ser alimentadas em monofásico.

  Nas instalações eléctricas trifásicas, as potências devem ser distribuídas pelas fases, tanto quanto possível de forma equilibrada.

Fornecimento de Energia Eléctrica

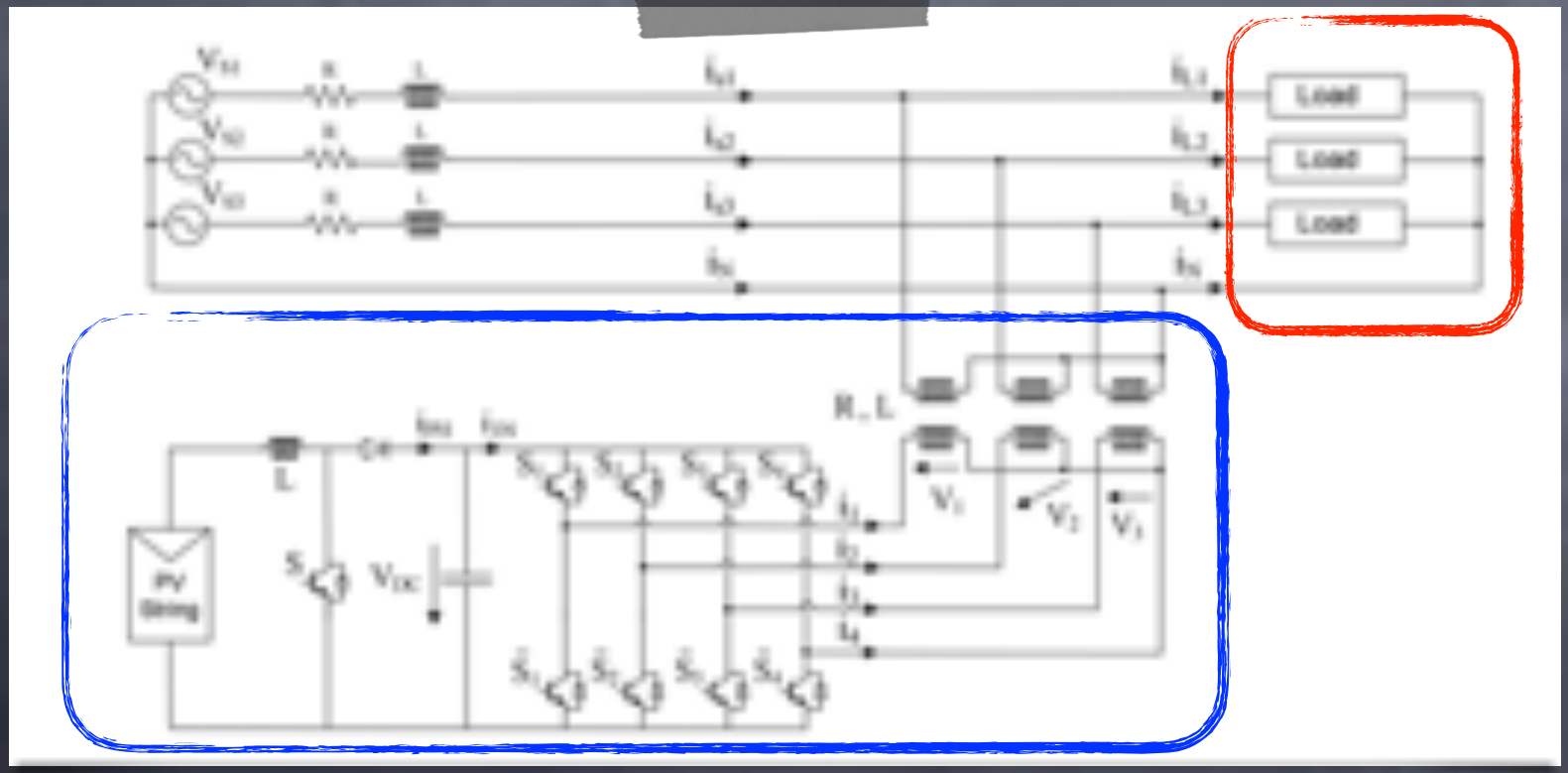
Nas instalações eléctricas trifásicas, as potências devem ser distribuídas pelas fases, tanto quanto possível de forma equilibrada.



Fornecimento de Energia Eléctrica

Nas instalações eléctricas trifásicas, as potências devem ser distribuídas pelas fases, tanto quanto possível de forma equilibrada.

CASA

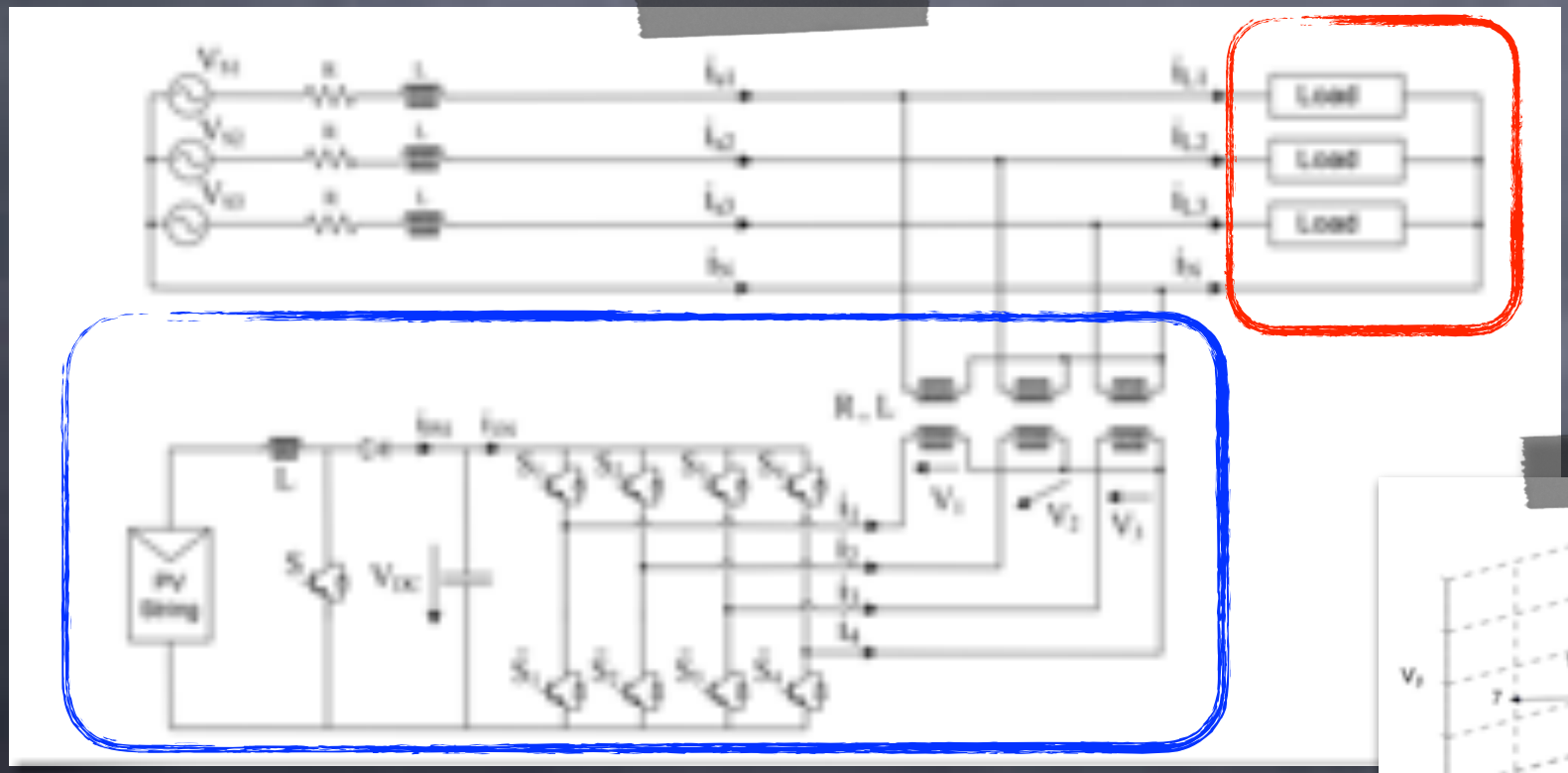


INVERSOR de 4 braços

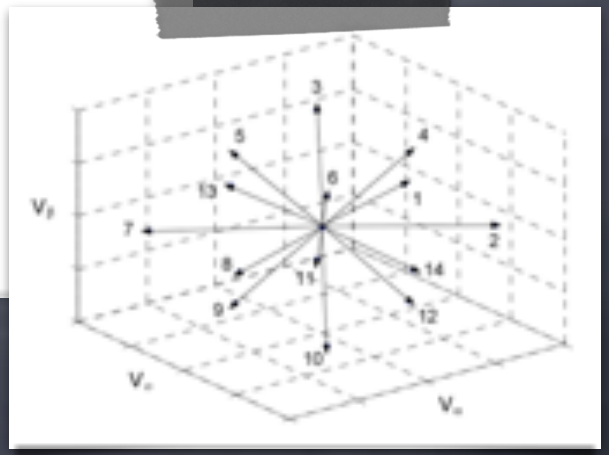
Fornecimento de Energia Eléctrica

Nas instalações eléctricas trifásicas, as potências devem ser distribuídas pelas fases, tanto quanto possível de forma equilibrada.

CASA

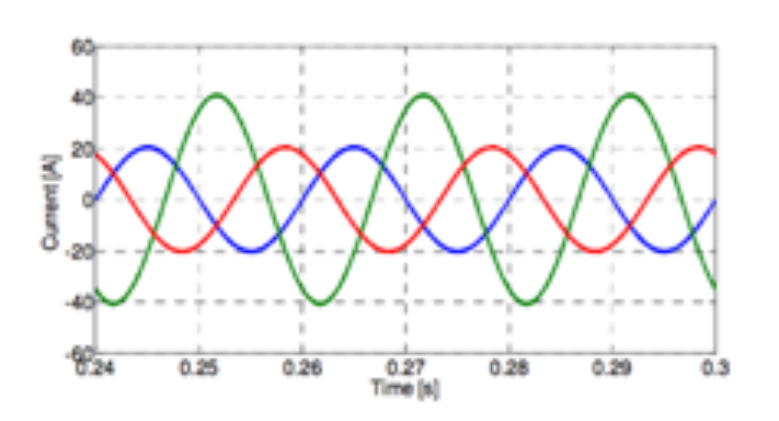


INVERSOR de 4 braços

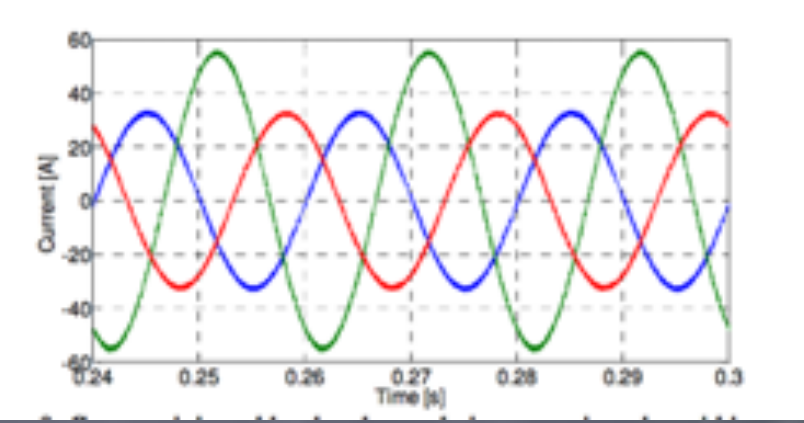


Fornecimento de Energia Eléctrica

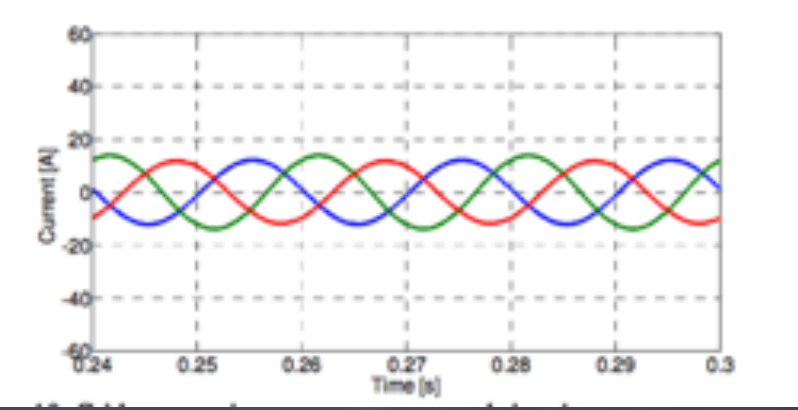
Nas instalações eléctricas trifásicas, as potências devem ser distribuídas pelas fases, tanto quanto possível de forma equilibrada.



Correntes na rede sem compensação



Correntes PV



Correntes na rede com compensação

Fornecimento de Energia Eléctrica

- Quando, por razões técnicas, a EDP Distribuição entender ser a alimentação trifásica a forma mais adequada de efectuar um determinado fornecimento para consumos domésticos, e desde que o Cliente não se oponha a esse tipo de alimentação, será concedida uma margem de 3,45 kVA, utilizando-se um disjuntor de calibre superior em 3x5A ao correspondente à potência contratada. Os valores da potência contratada daí resultantes não poderão ser inferiores a 3,45 kVA ou superiores a 13,8 kVA.
  A margem de 3,45 kVA referida não será concedida se a alimentação trifásica for efectuada a pedido do Cliente.
  A EDP Distribuição só poderá eliminar a margem concedida se obtiver do Cliente o seu consentimento e, sendo necessário proceder a modificações da instalação eléctrica do Cliente, suportar os respectivos encargos.

Balanço de cargas - Metodologia

- **Estudo Prévio (áreas e tipos de utilização)**
  - Potência/unidade de área + coeficientes multiplicativos
    - Potência global (primeira avaliação)
    - Primeira versão da rede eléctrica + tipo de alimentação (monofásica ou trifásica / BT ou MT)

- **Caracterização final dos espaços e dos utilizadores**
  - Correcção das estimativas iniciais
    - Potências efectivas de equipamentos terminais (AVAC, bombagem, elevadores...)

Balanço de cargas

$$S_C = \left(P_i / \cos\varphi \right) \times k_u \times k_s \times k_e$$

- Sc = Potência aparente útil [kVA]
- Pi = Potência ativa instalada [kW]
- cos φ = factor de potência
- ku = coeficiente de utilização
- ks = coeficiente de simultaneidade
- ke = coeficiente de evolução

Balanço de cargas

- Ter em atenção o tipo de carga
  - Motores de indução
  - Cargas resistivas (aquecimento, iluminação a halogénio)
  - Iluminação
    - fluorescente
    - descarga
    - LED

Balanço de cargas

- Ter em atenção o tipo de carga
  - Motores de indução
    - Monofásico / trifásico
    - Corrente de arranque
    - Tipo de arranque
    - Compensação de energia reativa
  - Iluminação flourescente
    - Incluir potência do balastro (25%)

Balanço de cargas

$$S_C = \left(P_i / \cos\varphi \right) \times k_u \times k_s \times k_e$$

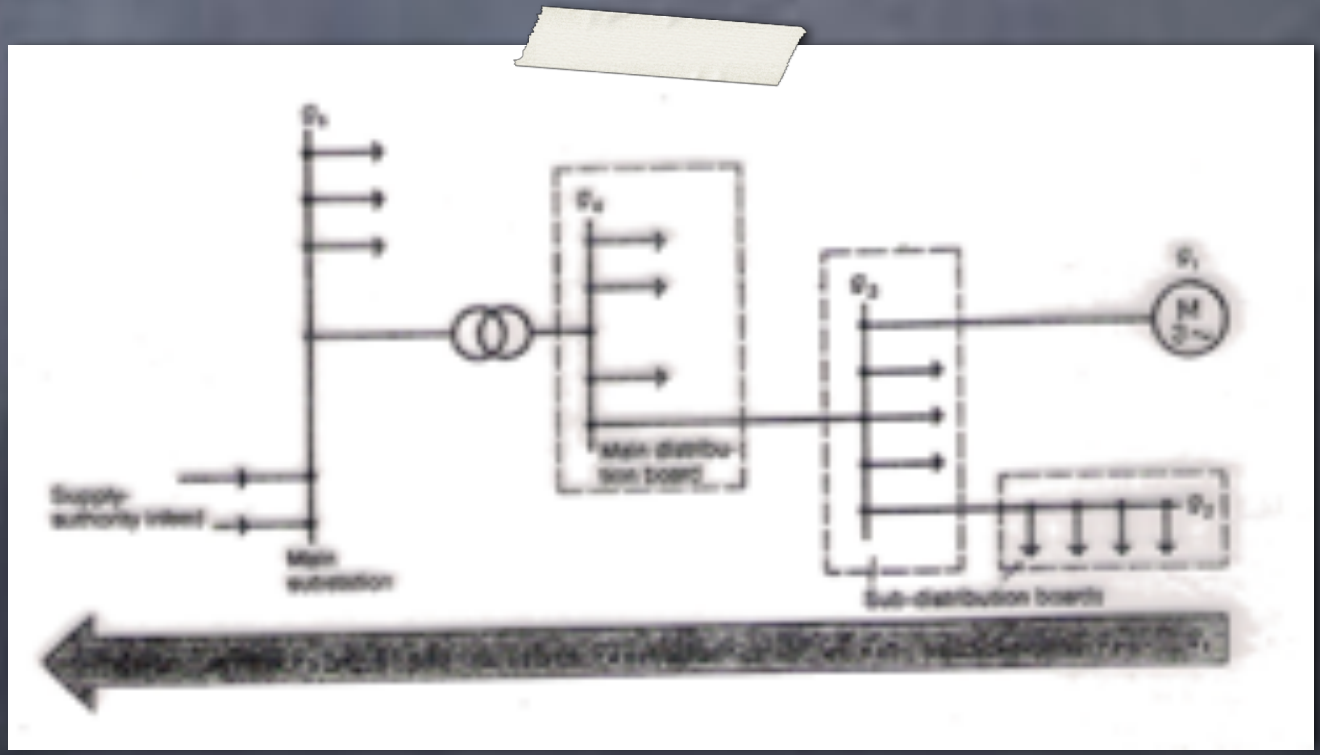
- **Coeficiente de utilização**
  Caracteriza o regime de funcionamento de cada receptor
  (Relação entre a potência efectivamente absorvida por um dado aparelho de utilização e a sua potência estipulada)

- **Coeficiente de simultaneidade**
  Caracteriza o regime de utilização da instalação
  (Relação entre o somatório das potências estipuladas dos equipamentos susceptíveis de funcionarem simultaneamente e o somatório das potências estipuladas de todos os equipamentos alimentados pelo mesmo circuito ou pela mesma instalação)

- **Coeficiente de evolução**
  Caracteriza a margem de evolução da potência instalada
  (Tipicamente próximo de 25%)

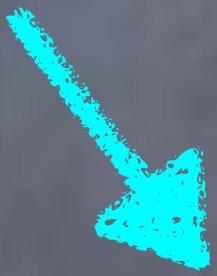
Balanço de cargas

- A avaliação da potência total deve ter em conta:
  - Potência instalada
  - Regime de exploração previsto
  - Evolução da instalação



Balanço de cargas

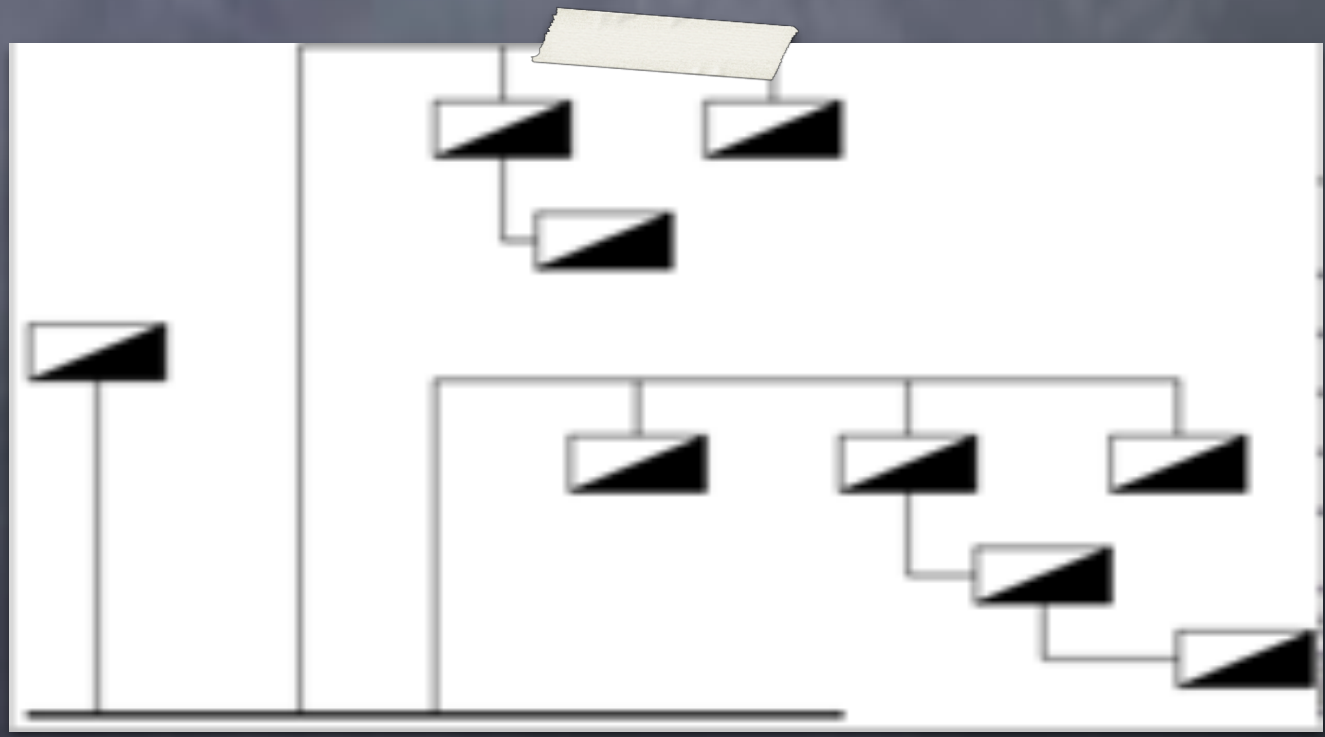
- A avaliação da potência total deve ter em conta:
  - Potência instalada
  - Regime de exploração previsto
  - **Evolução da instalação**



- Com um esforço mínimo de investimento na fase de construção torna-se possível assegurar que a instalação eléctrica se adapte às necessidades futuras dos habitantes da casa, sem impor restrições a nível de conforto actual e futuro. Uma construção que limite a utilização de energia eléctrica está a restringir o conforto futuro do comprador, que poderá ficar impedido de contratar uma potência superior à inicialmente prevista.

Balanço de cargas - Estrutura da Alimentação

- Estrutura da instalação = Flexibilidade + Custo
- Máxima flexibilidade = Alimentação individualizada a cada quadro parcial
- Mínimo custo = Agrupamento de quadros parciais com alimentação comum a partir do quadro principal

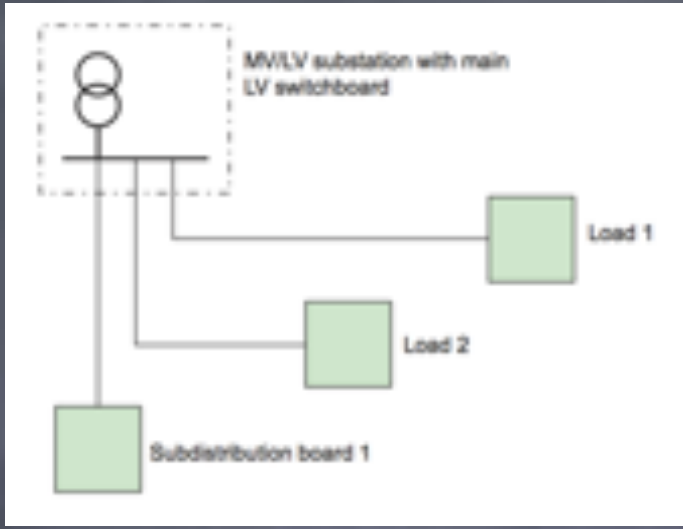


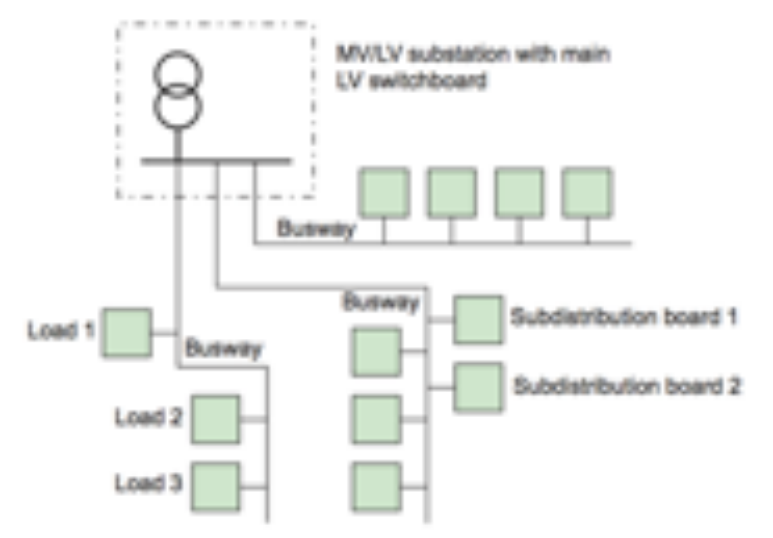
Balanço de cargas - Estrutura da Alimentação

- **Flexibilidade**: possibilidade de mover os pontos de alimentação eléctrica dentro da instalação ou de aumentar a potência em certos pontos.

  - **Sem flexibilidade**: os pontos de alimentação não variam ao longo do tempo de vida da instalação
  - **Flexibilidade no projecto**: o numero de pontos de alimentação ou a sua potência não são bem conhecidos aquando do projecto
  - **Flexibilidade na execução**: as cargas podem ser instaladas depois da instalação ter sido executada
  - **Flexibilidade de operação**: a localização das cargas pode variar

Balanço de cargas - Estrutura da Alimentação



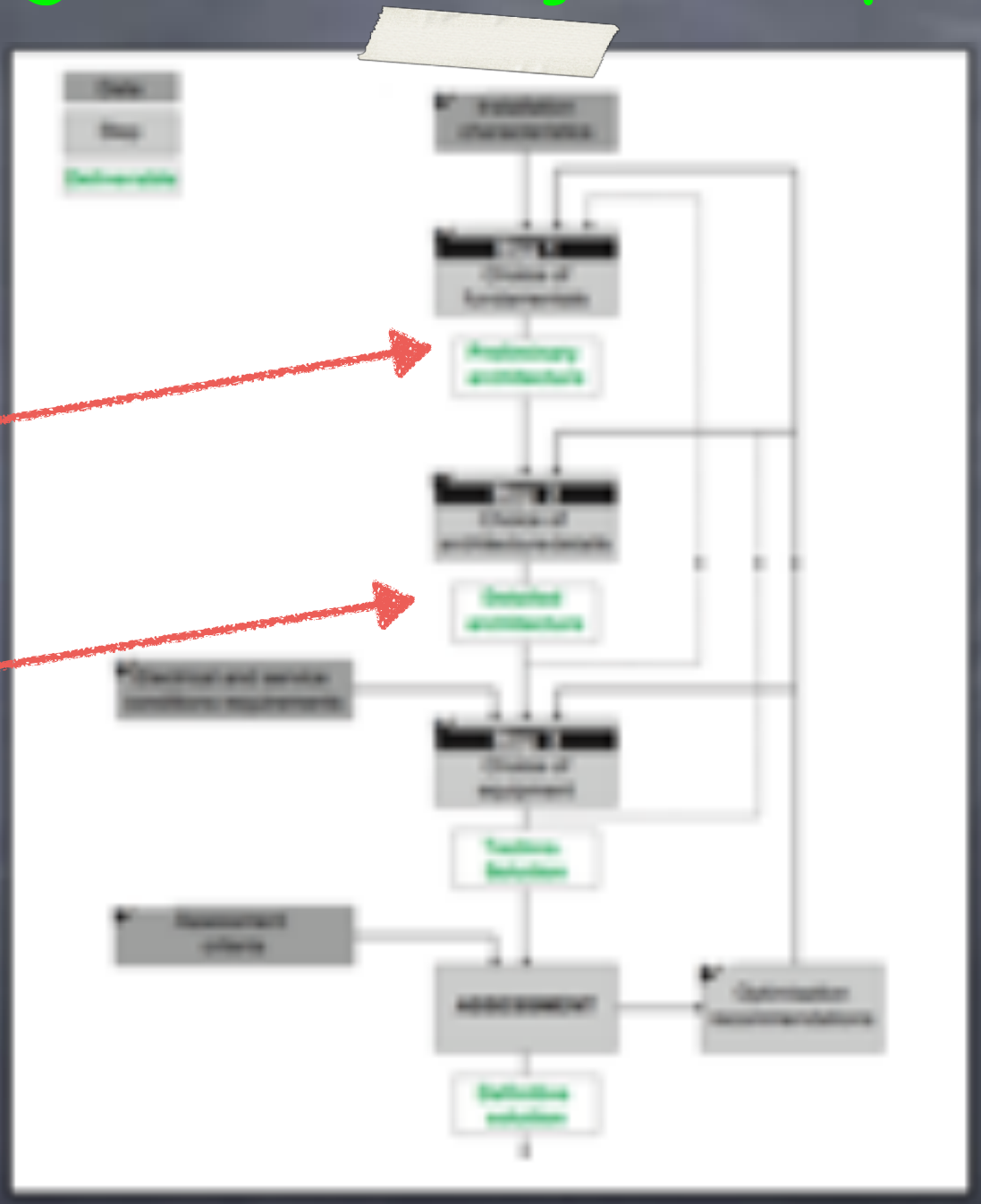


	Load distribution		
Flexibility	**Localized loads**	**Intermediate distribution loads**	**Uniformly distributed loads**
No flexibility	Centralized		Decentralized
Flexibility of design			
Implementation flexibility	Centralized	Decentralized	
Operation flexibility			

Balanço de cargas e evolução do projeto

Balanço de cargas

Estrutura da alimentação



Valores típicos utilizados na caracterização de instalações eléctricas

- Sector Residencial

Tipologia dos locais	Potência mínima (kVA)
Iluminação e tomadas de uso geral	30 - 25 VA/m^2
Climatização eléctrica	60 - 120 VA/m^2
Cozinha eléctrica (T2/T3/T4/...)	3/4/5/8
Aquecimento eléctrico águas sanitárias (T2/T3/...)	1,5/2/3
Qualquer número de compartimentos	10,35
Anexos às instalações	3,45

Valores típicos utilizados na caracterização de instalações eléctricas

- Sector Terciário

Tipo de instalação	Potência recomendada (VA/m²)
Escritórios (<1000m2)	60
Escritórios (>1000m2)	60
Bibliotecas	25
Hoteis (<1000m2)	20 (3500 VA/quarto)
Hoteis (1000m2<4000m2)	20 (4000 VA/quarto)
Hoteis (>4000m2)	20 (4000 VA/quarto)

Valores típicos utilizados na caracterização de instalações eléctricas

- Sector Terciário

Tipo de instalação	Potência recomendada (VA/m²)
Restaurantes	200
Comércio	40
Garagens	10
Armazéns (<1000m2)	10
Armazéns (>1000m2)	10
Ventilação	25
Aquecimento térmico	90

Valores típicos utilizados na caracterização de instalações eléctricas

- Sector Industrial

Tipo de instalação	Potência recomendada (VA/m²)
Armazém de distribuição	50
Oficina de montagem	70
Oficina de máquinas	300
Oficina de pintura	350
Oficina de tratamento térmico	700

Valores típicos utilizados na caracterização de instalações eléctricas
Potência por equipamento

... de Habitação	Designação do Equipamento	Limites Inferior e Superior
	Esquentador	130 a 340
	Esquentador/Varinha	320 a 400
	Frideira	1.800 a 2.300
	Torradeira	500 a 1.000
	Arco frigorífico	60 a 230
	Placa vitrocerâmica	5.600 a 6.180
	Forno	2.100 a 13.100
	Triturador de resíduos	370 a 550
Cozinha	Micro-ondas	750 a 3.600
	Máquina de Lavar Louça	1.200 a 1.300
	Cafeteira	850 a 1.400
	Máquina de Lavar Roupa	1.800 a 1.000
	Máquina de Secar Roupa	2.900 a 3.400
	Frigorífico	60 a 220
	Combinado	120 a 380

Valores típicos utilizados na caracterização de instalações eléctricas
Potência por equipamento



Balanço de cargas – Potências Mínimas

- (803.2.4.3) – **Potências mínimas**
- (803.2.4.3.1) – Para o cálculo das instalações colectivas e entradas, não devem ser consideradas, para as instalações eléctricas (de utilização), potências nominais inferiores às seguintes:
- Locais de habitação:
  - 3,45 kVA, em monofásico (15 A, em 230 V), em locais de um compartimento;
  - 6,90 kVA, em monofásico (30 A, em 230 V), em locais de dois a seis compartimentos;
  - 10,35 kVA, em monofásico (45 A, em 230 V), em locais com mais de seis compartimentos. No caso de instalações com receptores trifásicos, as alimentações devem ser trifásicas e o valor mínimo das potências a considerar no dimensionamento deve ser:
  - 10,35 kVA, em trifásico (15 A, em 400 V).
- Locais anexos às habitações (caves, arrecadações, garagens, etc.): 3,45 kVA, em monofásico (15 A, em 230 V);
- Locais não destinados à habitação [não incluídos na alínea b)]: Os valores definidos pelo projectista ou pelo instalador a partir das características prevista para cada uma das instalações eléctricas (de utilização) desses locais, com o mínimo de 3,45 kVA, em monofásico (15 A, em 230 V).

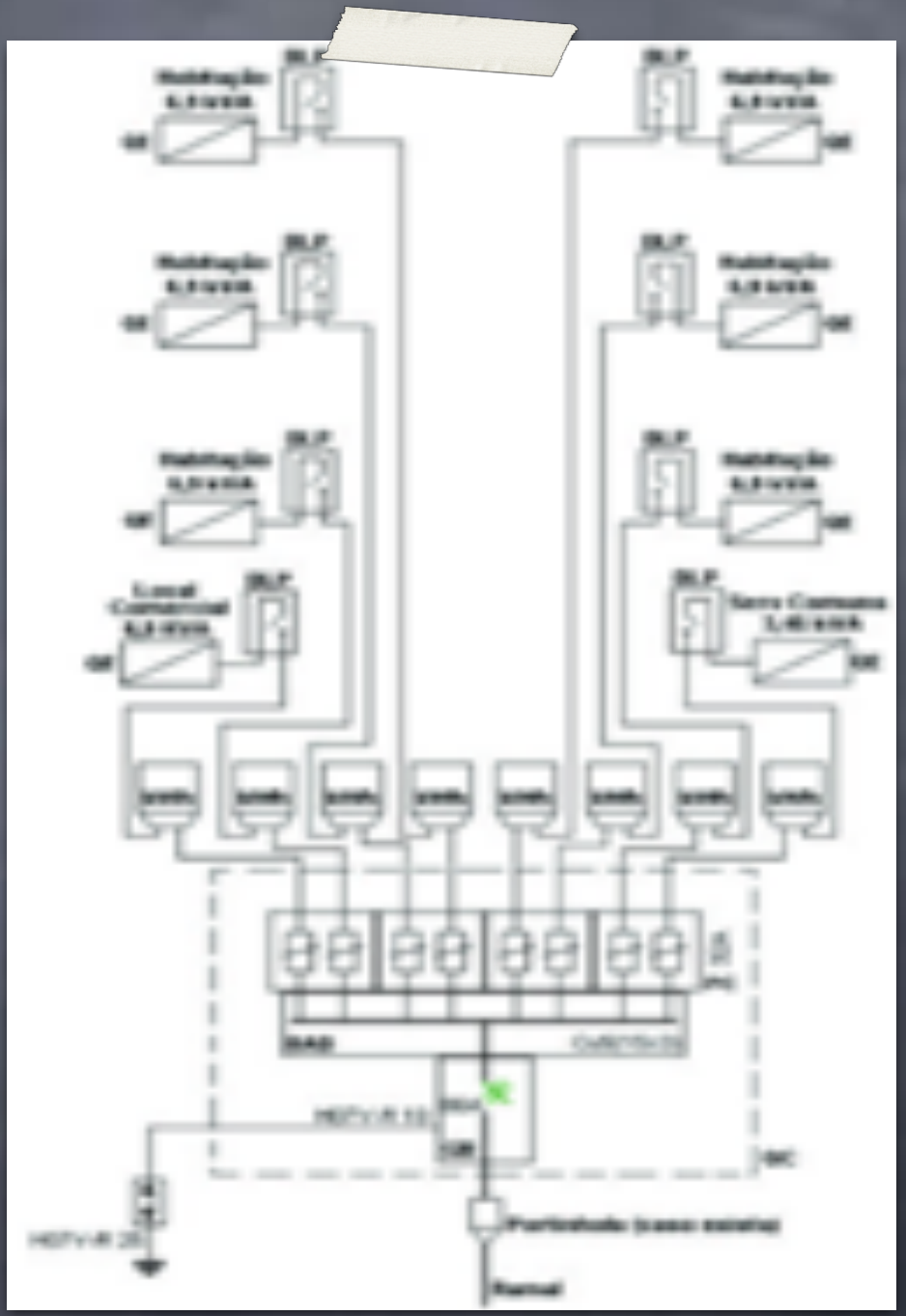
Balanço de cargas – Potências Mínimas

- No caso das instalações de média tensão (Tipo B), a potência instalada corresponde à potência nominal do posto de transformação.

- O tarifário em vigor prevê que se possa contratar até 50% da potência instalada, expressa em kW.

Balanço de cargas – Edifícios de habitação





Balanço de cargas – Edifícios de habitação

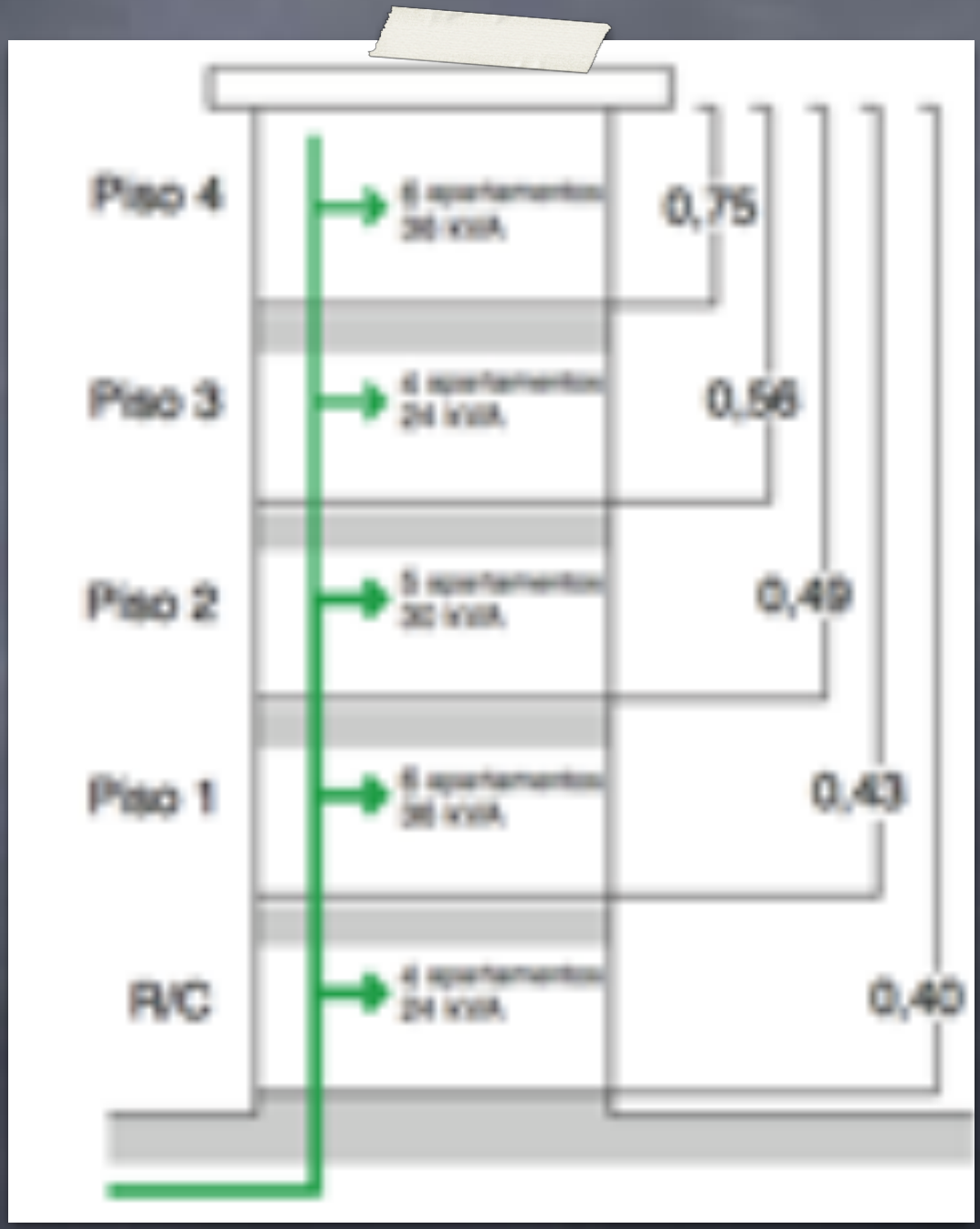
- (803.2.4.3.2) – A potência a considerar para o dimensionamento das instalações colectivas deve ser obtida a partir do somatório das potências das instalações eléctricas (de utilização):
- a) Dos locais destinados à habitação e seus anexos:

Nº de utilizadores	Coeficientes de simultaneidade (ks)
Até 4	1
5 – 9	0,75
10 – 14	0,56
15 – 19	0,49
20 – 24	0,43
25 – 29	0,40
30 – 34	0,38
35 – 39	0,37
40 – 49	0,36
50 e mais	0,34

Balanço de cargas – Edifícios de habitação

Potência instalada:
150 kVA

Potência útil:
150 x 0,40 = 60 kVA



Balanço de cargas – Edifícios de habitação

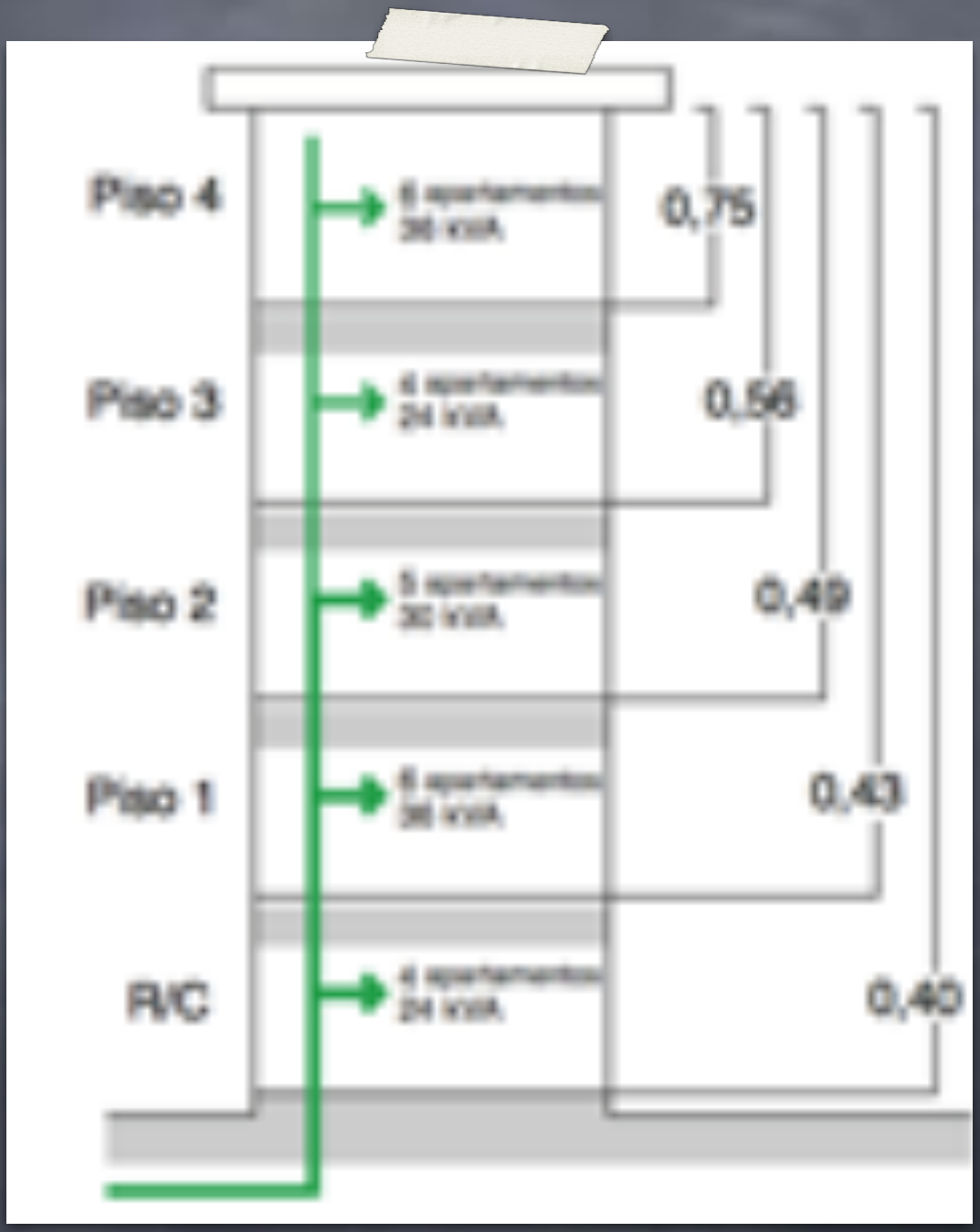
Corrente total a entrar no prédio:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}U_c} = \frac{150 \times 10^3 \times 0,4}{400\sqrt{3}} = 86,6A$$

Corrente total a entrar no terceiro piso:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}U_c} = \frac{(36+24) \times 10^3 \times 0,56}{400\sqrt{3}} =$$

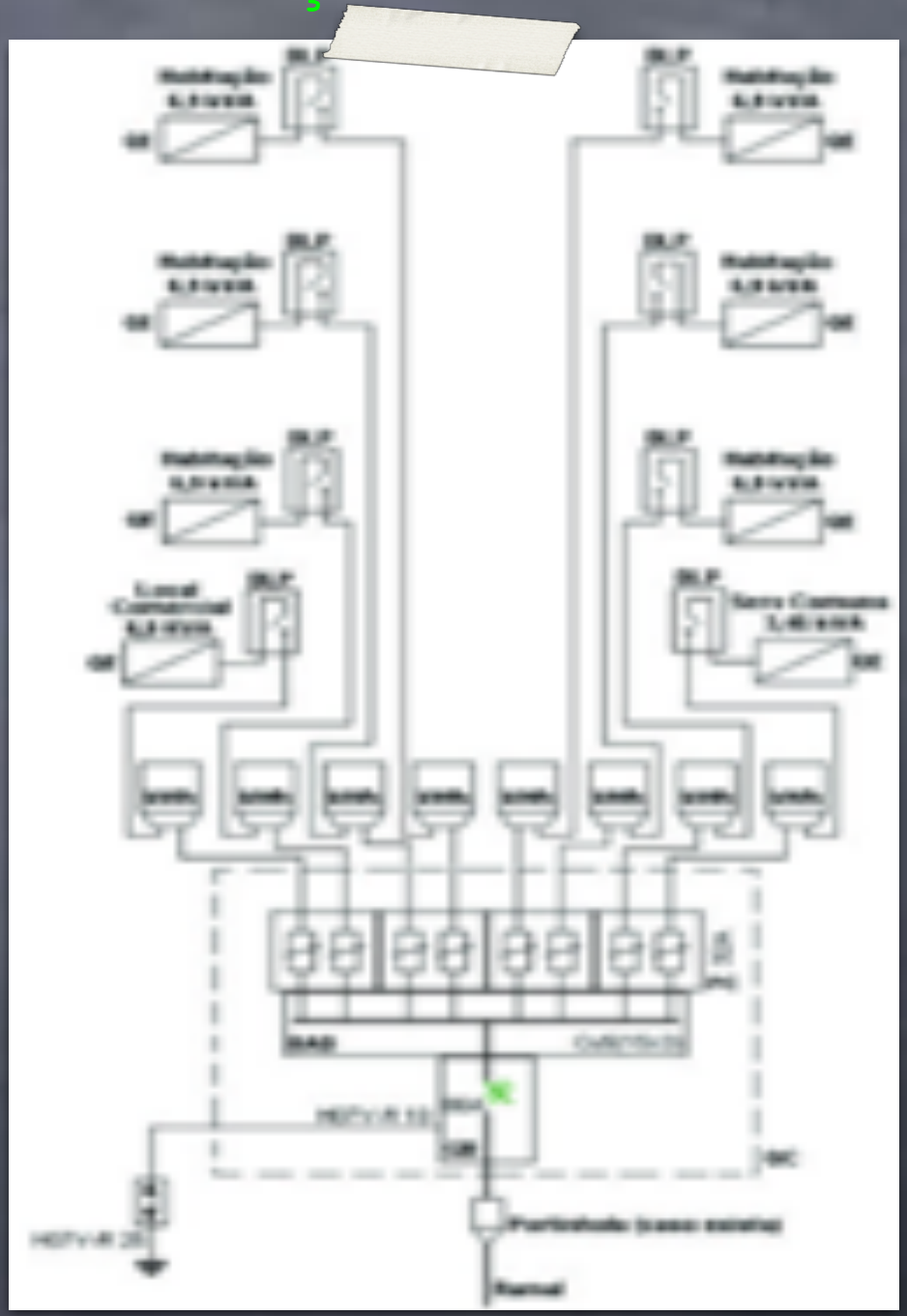
$$= 48,5A$$



Dimensionamento da potência de alimentação
Exemplo de um edificio de habitação

Constituição do edificio		Potência total instalada (kVA)	Potência útil a alimentar (kVA)
Tipo	Potência (kVA)		
6 habitações	6,9	51,75	41,4
Serviços comuns	3,45		
Loja comercial	6,9		

$$6 \times 6.9 \times 0,75 + 3,45 + 6.9 = 41,4 kVA$$



Dimensionamento da potência de alimentação
Exemplo de um edificio de habitação

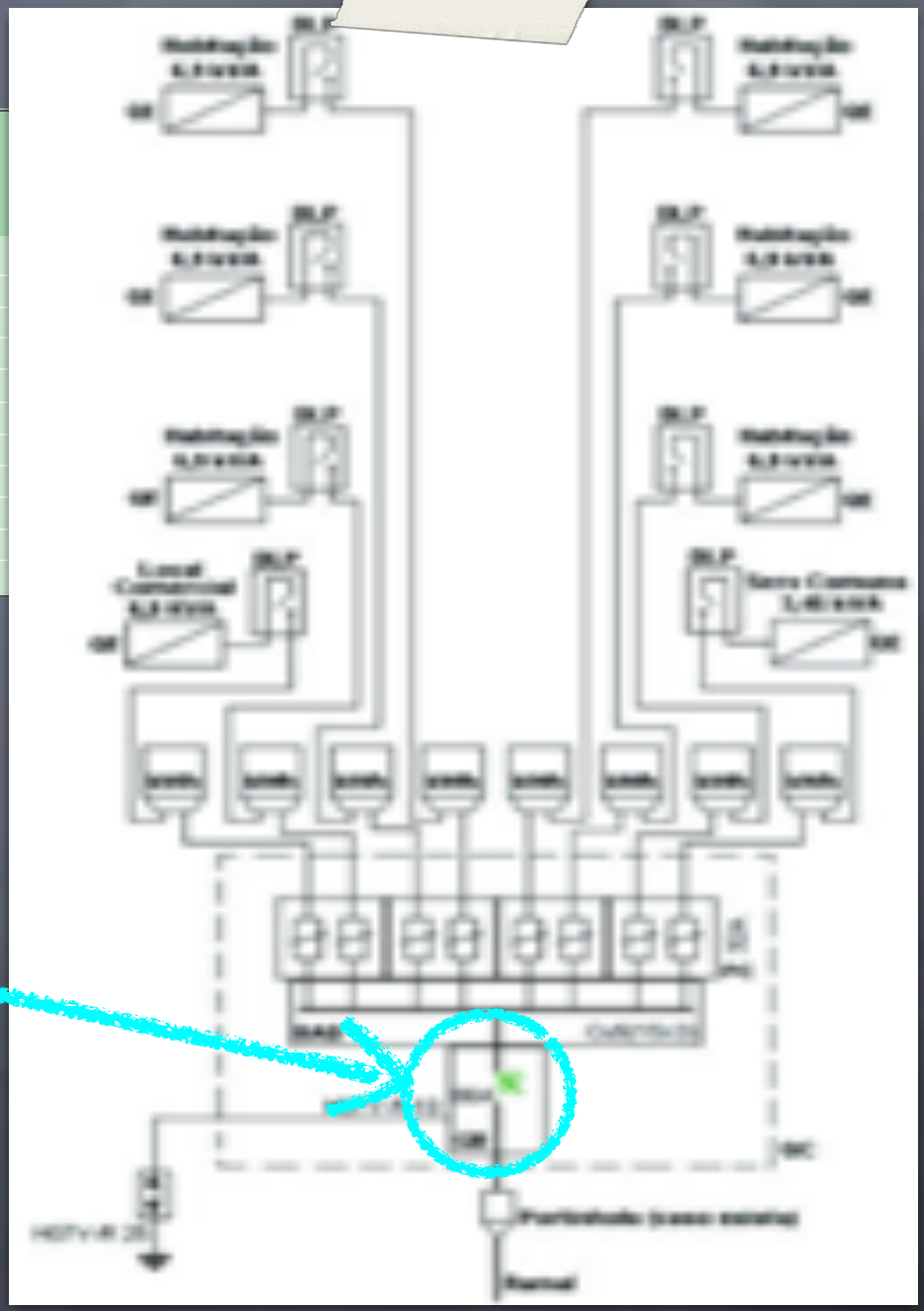
4 polos



Calibre	Referencia	
	Curva B	Curva C
10	-	18649
16	-	18650
20	-	18651
25	-	18652
32	-	18653
40	-	18654
50	-	18655
63	-	18656
80	18666	18658
100	18667	18660
125	18668	18662

$$I_f = S/\sqrt{3}U_c = 41{,}4 \times 10^3 / \sqrt{3} \times 400 = 59{,}8A$$

Interruptor geral (In=80A)



Balanço de cargas - Edifícios não de habitação

- (803.2.4.3.2) — A potência a considerar para o dimensionamento das instalações colectivas deve ser obtida a partir do somatório das potências das instalações eléctricas (de utilização):

- b) Dos locais não destinados à habitação (incluindo os seus anexos— veja-se alínea b) da secção 803.2.4.3.1), afectados dos factores de simultaneidade **definidos pelo projectista ou pelo instalador**, de acordo com critérios objectivos de dimensionamento. Na falta desses critérios, deve ser considerado o factor de simultaneidade 1.

Balanço de cargas

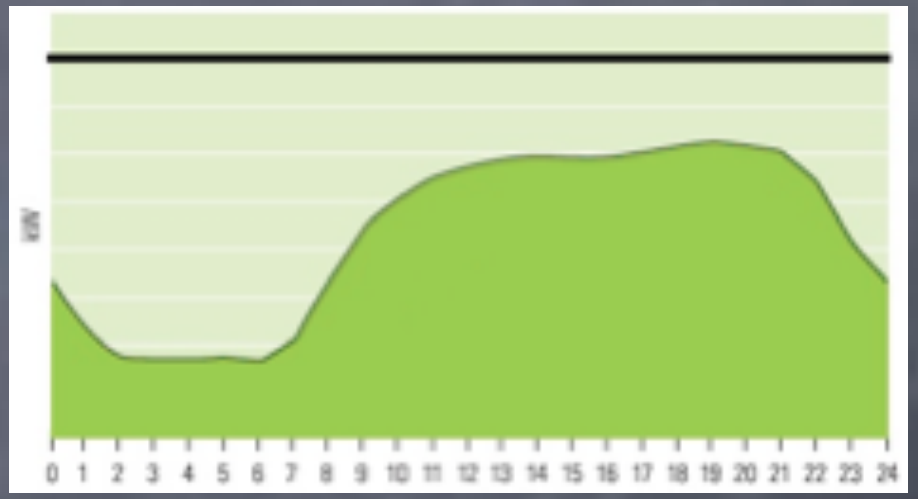
- (801.1.1.1) **Potências mínimas e factores de utilização e de simultaneidade**
- As potências mínimas e os **factores de utilização** e de **simultaneidade** a considerar no dimensionamento das instalações eléctricas devem ser fixadas de acordo com as necessidades e com as condições de exploração dos respectivos locais.
- Aspectos a ter em conta:
  - Tipo de instalação
  - Tipo de utilizadores
  - Área da instalação
  - Potências de cargas especificas

Coeficientes de utilização para receptores eléctricos

Motor de indução



Diagrama de carga de um motor de indução



Caracteriza o regime de funcionamento de cada receptor

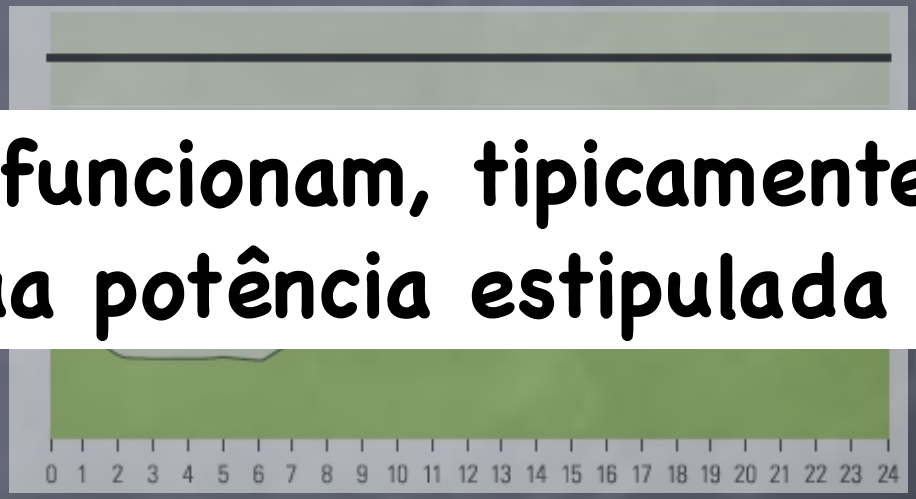
Relação entre a potência efectivamente absorvida por um dado aparelho de utilização e a sua potência estipulada

Coeficientes de utilização para receptores eléctricos

Motor de indução



Diagrama de carga de um motor de indução



Os motores de indução funcionam, tipicamente, entre 30 a 75% da sua potência estipulada

Caracteriza o regime de funcionamento de cada receptor

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

Coeficientes de utilização para receptores eléctricos

Tipo de receptor	Coeficientes de utilização (ku)
Iluminação	1
Aquecimento	1
Motores	0,3 - 0,75
Tomadas	variável

Caracteriza o regime de funcionamento de cada receptor

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

Coeficientes de simultaneidade para receptores eléctricos

IEC60050 - International Electrotechnical Vocabulary (electropedia.org)

Coincidence factor: the ratio, expressed as a numerical value or as a percentage, of the simultaneous maximum demand of a group of electrical appliances or consumers within a specified period, to the sum of their individual maximum demands within the same period.

É uma valor percentual sempre ≤1...

Caracteriza o regime de utilização da instalação

Relação Caracteriza o regime de funcionamento de cada receptor o entre o somatório das potências estipuladas dos equipamentos susceptíveis de funcionarem simultaneamente e o somatório das potências estipuladas de todos os equipamentos alimentados pelo mesmo circuito ou pela mesma instalação

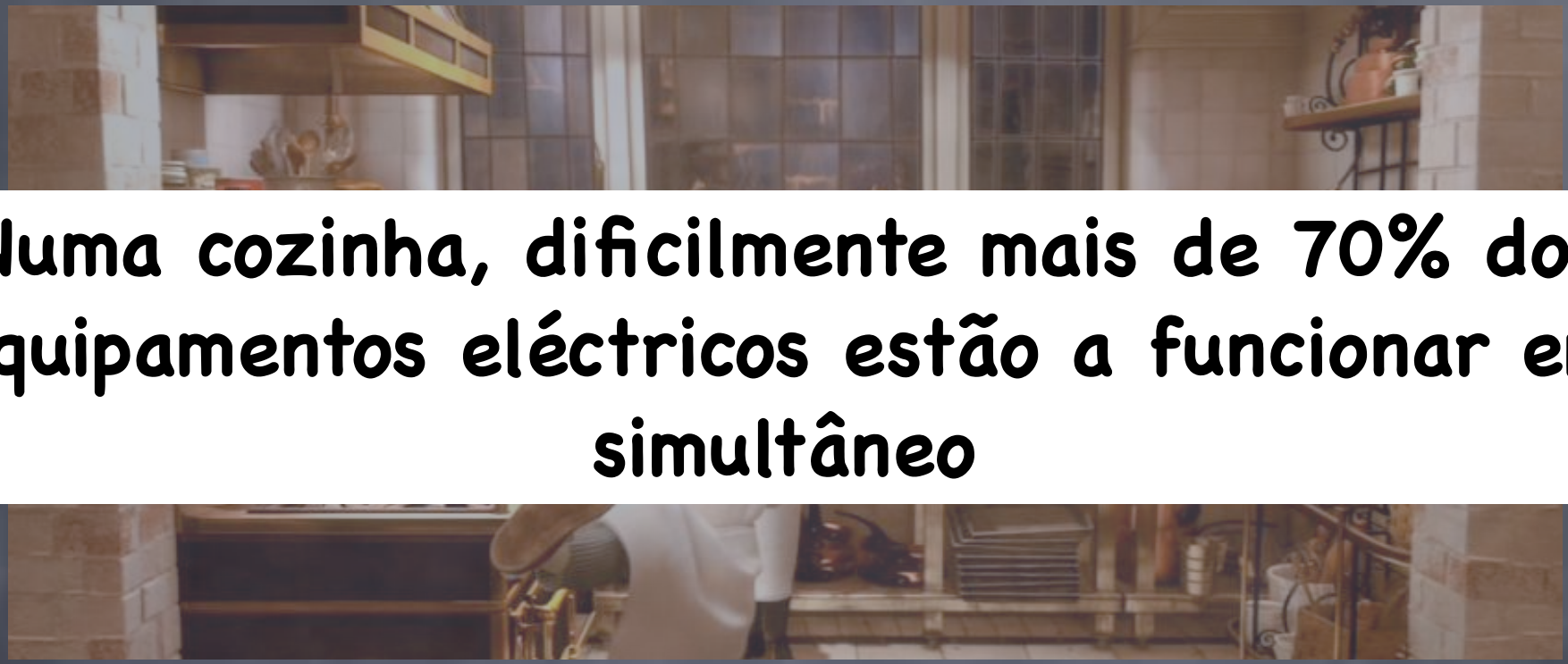
Coeficientes de simultaneidade para receptores eléctricos



Caracteriza o regime de utilização da instalação

Relação Caracteriza o regime de funcionamento de cada receptor o entre o somatório das potências estipuladas dos equipamentos susceptíveis de funcionarem simultaneamente e o somatório das potências estipuladas de todos os equipamentos alimentados pelo mesmo circuito ou pela mesma instalação

Coeficientes de simultaneidade para receptores eléctricos



Numa cozinha, dificilmente mais de 70% dos equipamentos eléctricos estão a funcionar em simultâneo

Caracteriza o regime de utilização da instalação

Relação Caracteriza o regime de funcionamento de cada receptor o entre o somatório das potências estipuladas dos equipamentos susceptíveis de funcionarem simultaneamente e o somatório das potências estipuladas de todos os equipamentos alimentados pelo mesmo circuito ou pela mesma instalação

Coeficientes de simultaneidade para receptores eléctricos

Tipo de receptor	Coeficientes de simultaneidade (ks)
Iluminação	0,7 - 1
Tomadas de usos gerais	0,1+0,9/N
Aparelhos de cozinha	0,7
Motores	0,7 - 1
Aquecimento, frio e ventilação	1
Aparelhos de elevação	0,7 - 1

Caracteriza o regime de utilização da instalação

Relação Caracteriza o regime de funcionamento de cada receptor o entre o somatório das potências estipuladas dos equipamentos susceptíveis de funcionarem simultaneamente e o somatório das potências estipuladas de todos os equipamentos alimentados pelo mesmo circuito ou pela mesma instalação

Coeficientes de simultaneidade para instalações eléctricas

Tipo de instalação	Potência recomendada (VA/m²)	Coeficiente de simultaneidade
Escritórios (<1000m2)	60	1
Escritórios (>1000m2)	60	0,75
Bibliotecas	25	1
Hoteis (<1000m2)	20 3500 VA/quarto	0,5
Hoteis (1000m2<4000m2)	20 4000 VA/quarto	0,4
Hoteis (>4000m2)	20 4000 VA/quarto	0,3

Caracteriza o regime de utilização da instalação

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

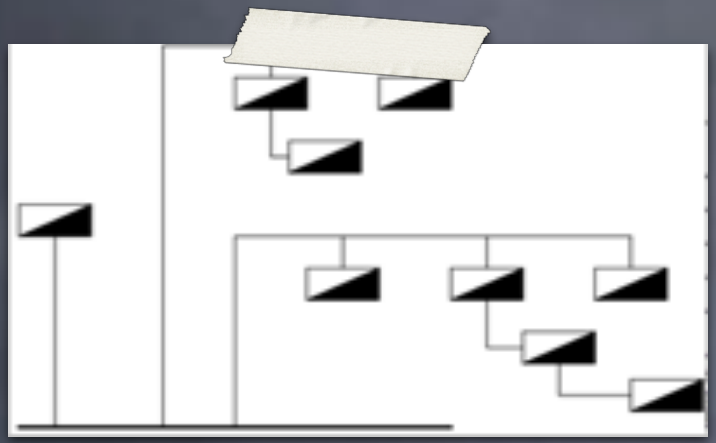
Coeficientes de simultaneidade para instalações eléctricas

Tipo de instalação	Potência recomendada (VA/m²)	Coeficiente de simultaneidade
Restaurantes	200	1
Comércio	40	0,75
Garagens	10	1
Armazéns (<1000m2)	10	0,5
Armazéns (>1000m2)	10	0,75
Ventilação	25	1
Aquecimento térmico	90	1

Caracteriza o regime de utilização da instalação

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

Coeficientes de simultaneidade para quadros eléctricos de distribuição



Numero de circuitos	Coeficientes de simultaneidade (ks)
2 - 3	0,9
4 - 5	0,8
6 - 9	0,7
10 e mais	0,6

Caracteriza o regime de utilização da instalação

Dimensionamento da potência de alimentação



Dimensionamento da potência de alimentação



Dimensionamento da potência de alimentação

- A CERTIEL disponibiliza uma folha de cálculo da potência a disponibilizar pelo distribuidor da RESP (Rede Eléctrica de Serviço Público)

- Coeficientes de simultaneidade utilizados

  - Instalações em edificios: $C_1 = 0,2 + \frac{0,8}{\sqrt{n}}$

  - Instalações não residenciais: $C_2 = 0,5 + \frac{0,5}{\sqrt{n}}$

Infra-estrutura eléctrica recomendada (EDP)

- Salas
  - 1 tomada para usos gerais por cada 5 m de parede;
  - 1 ou 2 pontos de iluminação;
  - 1 caixa de aparelhagem para aparelho de ar condicionado;
  - 1 caixa de aparelhagem para acumulador de calor;
- Quartos
  - 3 tomadas para usos gerais;
  - 1 ponto de iluminação;
  - 1 caixa de aparelhagem para aparelho de ar condicionado;
  - 1 caixa de aparelhagem para acumulador de calor

Infra-estrutura eléctrica recomendada (EDP)

- Cozinha
  - 3 tomadas para usos gerais de electrodomésticos;
  - 2 tomadas para usos gerais;
  - 1 tomada para máquina de lavar louça;
  - 1 ponto de iluminação;
  - 1 tomada para triturador de resíduos sob lava-louça;
  - 1 caixa de aparelhagem para placa vitrocerâmica + forno;
  - 1 caixa de aparelhagem para exaustor ou campânula;
- Lavandaria
  - 3 tomadas para usos gerais de electrodomésticos
  - 2 tomadas para usos gerais;
  - 1 tomada para máquina de lavar louça;
  - 1 ponto de iluminação;
  - 1 tomada para triturador de resíduos sob lava-louça;

Infra-estrutura eléctrica recomendada (EDP)

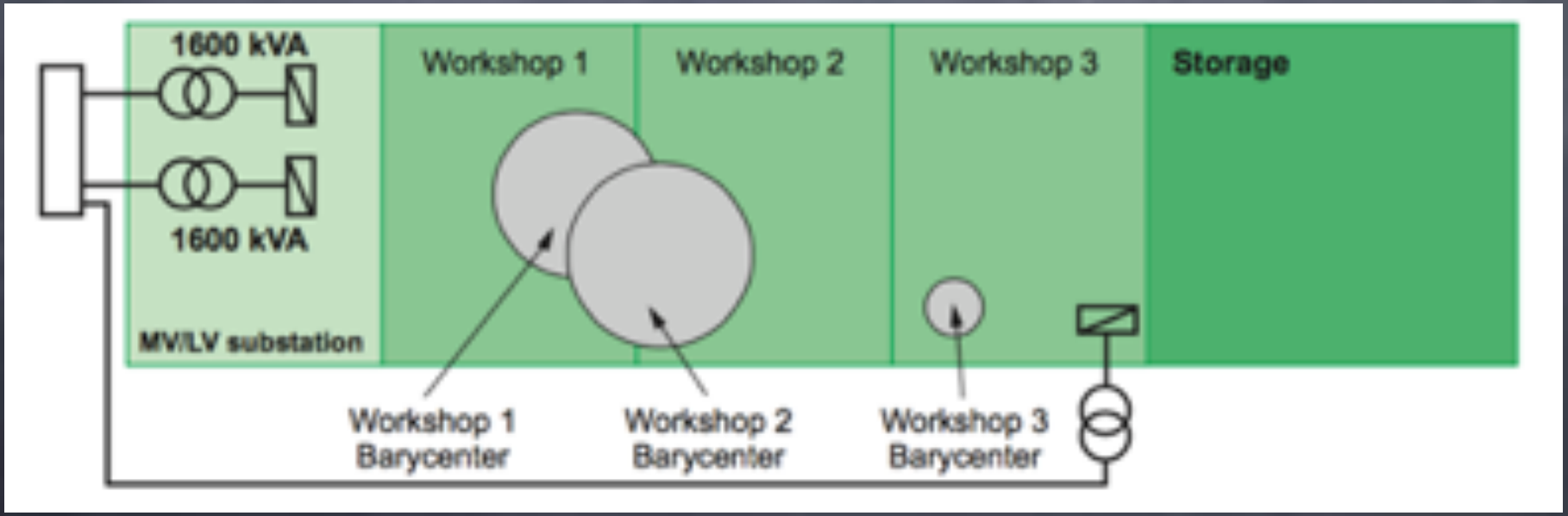
- Casas de Banho
  - 1 tomada para usos gerais;
  - 1 ou 2 pontos de iluminação;
  - 1 caixa de aparelhagem para toalheiro + secador de mãos;
  - 1 caixa de aparelhagem para acumulador de calor;
- Corredor ou Hall
  - 1 tomada para usos gerais cada 5 metros de parede;
  - 1 ponto de iluminação;
  - 1 caixa de aparelhagem para aparelho de ar condicionado;
  - 1 caixa de aparelhagem para acumulador de calor;

Infra-estrutura eléctrica recomendada (EDP)

- Escritórios
  - 1 tomada para usos gerais;
  - 1 ponto de iluminação;
  - 1 caixa de aparelhagem para aparelho de ar condicionado;
  - 1 caixa de aparelhagem para acumulador de calor;
- Dispensas, Garagens e outros locais
  - 1 tomada para usos gerais;
  - 1 ponto de iluminação;

Centro de Massa de Potência

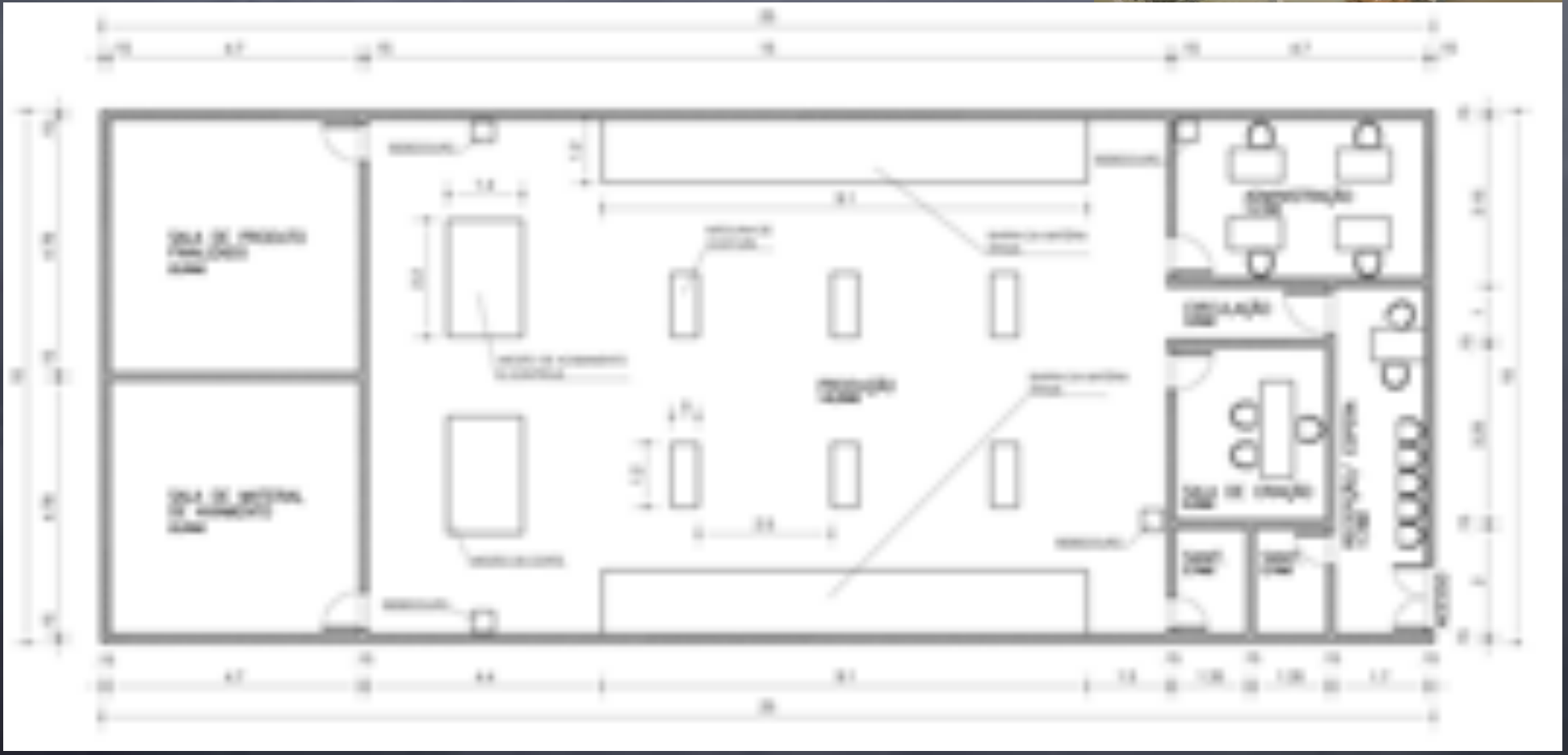
- Os sistemas de cablagem representam 75% das perdas numa instalação eléctrica
  - É desejável reduzir o comprimento dos circuitos BT
  - É desejável agrupar circuitos BT para baixos valores de Ks (0,7), diminuindo o volume de cobre



Centro de Massa de Potência

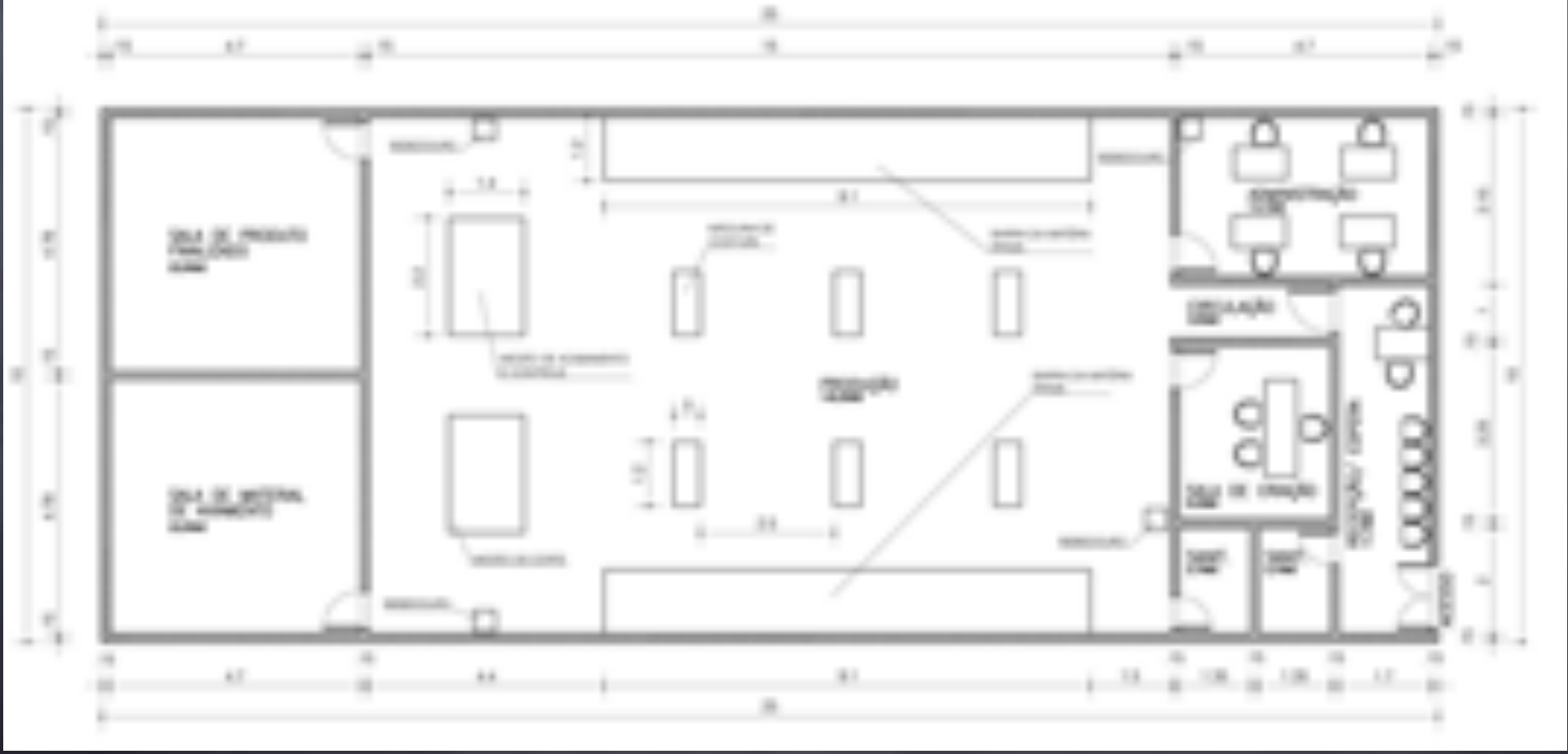
- Exemplo (Oficina de costura)





Centro de Massa de Potência

- Máquina de costura: 500W
- Máquina de corte: 700W
- Iluminação escritórios: 30VA/m2
- Tomadas uso geral (escritórios e zona fabril): 30VA/m2
- Iluminação zona fabril (trabalho detalhado): 35VA/m2
- Armazém (instalações eléctricas): 10VA/m2



Centro de Massa de Potência

- Máquina de costura: 500W
- Máquina de corte: 700W
- Iluminação escritórios: 30VA/m2
- Tomadas uso geral (escritórios e zona fabril): 30VA/m2
- Iluminação zona fabril (trabalho detalhado): 35VA/m2
- Armazém (instalações eléctricas): 10VA/m2

