

Tarifação de Energia Elétrica

Conceitos básicos

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Depto. de Engenharia de Energia e Automação Elétricas
Escola Politécnica da USP

Julho/2012

Exercício

Enunciado

A curva de demanda de um consumidor de média tensão é dada pela tabela a seguir.

Horário [h]	Demanda [kW]	
	Período úmido (novembro a abril)	Período seco (maio a outubro)
0-6	80	60
6-12	120	100
12-14	100	80
14-18	140	120
18-21	170	150
21-24	80	60

Pede-se:

- Qual a melhor tarifa nessas condições;
- Proponha um rearranjo na curva de demanda que permita alcançar um custo menor que o obtido no item anterior, porém mantendo a energia consumida.

Exercício

Enunciado

Dados:

- O período de pico está entre 17 e 20 h;
- Os meses do período úmido vão de novembro a abril;
- Considerar a seguinte quantidade de dias para cada mês : janeiro: 31, fevereiro: 28, março: 31, abril: 30, maio: 31, junho: 30, julho: 31, agosto: 31, setembro: 30, outubro: 31, novembro: 30, dezembro: 31.

As tarifas oferecidas ao consumidor são:

<i>Tarifa convencional</i>
C_{dem} : 5,69 R\$/kW no mês;
$C_{energia}$: 83,35 R\$/MWh.

Exercício

Enunciado

Dados (cont.):

Tarifa verde

C_{dem} : 5,01 R\$/kW no mês;

$C_{energia}$ na ponta do período seco: 446,49 R\$/MWh;

$C_{energia}$ na ponta do período úmido: 439,16 R\$/MWh;

$C_{energia}$ fora de ponta do período seco: 46,91 R\$/MWh;

$C_{energia}$ fora de ponta do período úmido: 41,46 R\$/MWh.

Tarifa azul

C_{dem} na ponta: 15,05 R\$/kW no mês;

C_{dem} fora de ponta: 5,01 R\$/kW no mês;

$C_{energia}$ na ponta do período seco: 98,68 R\$/MWh;

$C_{energia}$ na ponta do período úmido: 91,32 R\$/MWh;

$C_{energia}$ fora de ponta do período seco: 46,91 R\$/MWh;

$C_{energia}$ fora de ponta do período úmido: 41,46 R\$/MWh.

Exercício

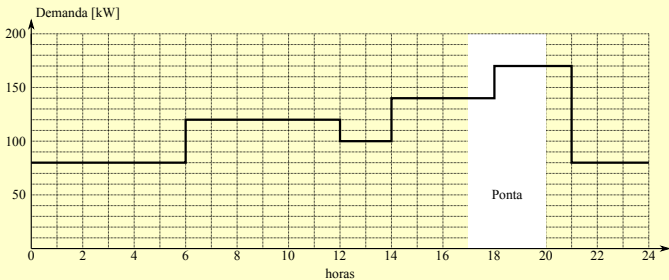
Solução

- Para se determinar qual a melhor alternativa é bom utilizar um período extenso, preferencialmente um ano, de modo a contemplar todo o período seco e todo o período úmido, visto que as tarifas são diferentes para ambos os períodos;
- Em seguida procede-se com o cálculo do gasto com energia elétrica para as três tarifas apresentadas.
- Inicialmente, deve-se proceder com a montagem das curvas de demanda, a partir dos dados fornecidos.

Solução

Curvas de demanda - Período úmido

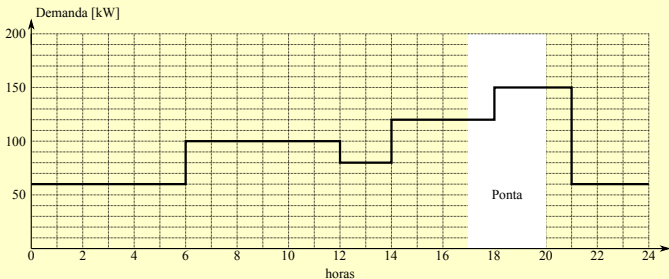
A curva de demanda durante o período úmido é apresentada na figura a seguir.



Solução

Curvas de demanda - Período seco

A curva de demanda durante o período seco é apresentada na figura a seguir.



Tarifa convencional

Cálculo da tarifa

- O cálculo da tarifa convencional é efetuado determinando-se a parcela de energia e a parcela de demanda das curvas dos períodos úmido e seco;
- Cálculo da energia En por dia:

Período úmido:

$$En = \underbrace{80}_{[kW]} \times \underbrace{6}_{[h]} + 120 \times 6 + 100 \times 2 + 140 \times 4 + 170 \times 3 + 80 \times 3 = 2,71 [MWh]$$

Período seco:

$$En = \underbrace{60}_{[kW]} \times \underbrace{6}_{[h]} + 100 \times 6 + 80 \times 2 + 120 \times 4 + 150 \times 3 + 60 \times 3 = 2,23 [MWh]$$

- Determinação da demanda máxima $Dmax$:

Período úmido:

$$Dmax = 170 [kW]$$

Período seco:

$$Dmax = 150 [kW]$$

Tarifa convencional

Cálculo da tarifa de energia

A tarifa de energia pode ser obtida a partir da montagem da tabela a seguir.

Mês (A)	Tipo (B)	$En[MWh]$ (C)	Dias (D)	$Ce [R\$]$ ($C \times D \times 83,35$)
Jan	U	2,71	31	7002,23
Fev	U	2,71	28	6324,59
Mar	U	2,71	31	7002,23
Abr	U	2,71	30	6776,35
Mai	S	2,23	31	5761,98
Jun	S	2,23	30	5576,11
Jul	S	2,23	31	5761,98
Ago	S	2,23	31	5761,98
Set	S	2,23	30	5576,11
Out	S	2,23	31	5761,98
Nov	U	2,71	30	6776,35
Dez	U	2,71	31	7002,23

A tarifa total de energia é R\$ 75.084,18

Tarifa convencional

Cálculo da tarifa de demanda

A tarifa de demanda pode ser obtida a partir da montagem da tabela a seguir (note que a tarifa de demanda deste exercício é **por mês**).

Mês (A)	Tipo (B)	$D_{max}[kW]$ (C)	Cd [R\$] ($C \times 5,69$)
Jan	U	170	967,30
Fev	U	170	967,30
Mar	U	170	967,30
Abr	U	170	967,30
Mai	S	150	853,50
Jun	S	150	853,50
Jul	S	150	853,50
Ago	S	150	853,50
Set	S	150	853,50
Out	S	150	853,50
Nov	U	170	967,30
Dez	U	170	967,30

A tarifa total de demanda é R\$ 10.924,80

Tarifa convencional

Cálculo da tarifa total

Portanto, a tarifa total é:

$$\text{R\$ } 75.084,18 + \text{R\$ } 10.924,80 = \text{R\$ } \mathbf{86.008,98}$$

Tarifa horo-sazonal verde

Cálculo da tarifa

- O cálculo da tarifa horo-sazonal verde é efetuado determinando-se a parcela de energia (ponta e fora de ponta) e a parcela de demanda das curvas dos períodos úmido e seco;
- Como não há diferenciação entre ponta e fora de ponta para o cálculo da demanda, o valor é calculado de forma idêntica ao cálculo da tarifa convencional, utilizando os mesmos valores de demanda máxima;
- Cálculo da energia fora de ponta En, fp por dia:

Período úmido:

$$En, fp = \underbrace{80}_{[kW]} \times \underbrace{6}_{[h]} + 120 \times 6 + 100 \times 2 + 140 \times 3 + 170 \times 1 + 80 \times 3 = 2,23[MWh]$$

Período seco:

$$En, fp = \underbrace{60}_{[kW]} \times \underbrace{6}_{[h]} + 100 \times 6 + 80 \times 2 + 120 \times 3 + 150 \times 1 + 60 \times 3 = 1,81[MWh]$$

Tarifa horo-sazonal verde

Cálculo da tarifa

- Cálculo da energia de ponta En, p por dia:

Período úmido:

$$En, p = \underbrace{140}_{[kW]} \times \underbrace{1}_{[h]} + 170 \times 2 = 0,48[MWh]$$

Período seco:

$$En, p = \underbrace{120}_{[kW]} \times \underbrace{1}_{[h]} + 150 \times 2 = 0,42[MWh]$$

Tarifa horo-sazonal verde

Cálculo da tarifa de energia

A tarifa de energia pode ser obtida a partir da montagem da tabela a seguir.

Mês (A)	Tipo (B)	Energia [MWh]		Dias (E)	Valor [R\$/MWh]		Ce [R\$] $(C \times F + D \times G) \times E$
		En, fp (C)	En, p (D)		Ve, fp (F)	Ve, p (G)	
Jan	U	2,23	0,48	31	41,46	439,16	9400,83
Fev	U	2,23	0,48	28	41,46	439,16	8491,07
Mar	U	2,23	0,48	31	41,46	439,16	9400,83
Abr	U	2,23	0,48	30	41,46	439,16	9097,57
Mai	S	1,81	0,42	31	46,91	446,49	8445,41
Jun	S	1,81	0,42	30	46,91	446,49	8172,98
Jul	S	1,81	0,42	31	46,91	446,49	8445,41
Ago	S	1,81	0,42	31	46,91	446,49	8445,41
Set	S	1,81	0,42	30	46,91	446,49	8172,98
Out	S	1,81	0,42	31	46,91	446,49	8445,41
Nov	U	2,23	0,48	30	41,46	439,16	9097,57
Dez	U	2,23	0,48	31	41,46	439,16	9400,83

A tarifa total de energia é R\$ 105.016,30

Tarifa horo-sazonal verde

Cálculo da tarifa de demanda

A tarifa de demanda pode ser obtida a partir da montagem de uma tabela similar à tabela da tarifa convencional (note que a tarifa de demanda deste exercício é **por mês**).

A tarifa total de demanda pode ser obtida a partir de uma simples regra de três.

Portanto, a tarifa é $10.924,80 \times \frac{5,01}{5,69} = \text{R}\$9.619,20$

Tarifa horo-sazonal verde

Cálculo da tarifa total

Portanto, a tarifa total é:

$$\text{R\$ } 105.016,30 + \text{R\$ } 9.619,20 = \text{R\$ } \mathbf{114.635,50}$$

Tarifa horo-sazonal azul

Cálculo da tarifa

- O cálculo da tarifa horo-sazonal azul é efetuado determinando-se a parcela de energia (ponta e fora de ponta) e a parcela de demanda (ponta e fora de ponta) das curvas dos períodos úmido e seco;
- O cálculo da energia de ponta e fora de ponta é idêntico ao cálculo para a tarifa horo-sazonal verde, porém com valores de energia diferentes;
- Cálculo da demanda deve ser efetuado para demanda de ponta e fora de ponta. No entanto as demandas de ponta e fora de ponta são iguais, visto que o horário de ponta escolhido foi das 17 horas às 20 horas.

Tarifa horo-sazonal azul

Cálculo da tarifa de energia

A tarifa de energia pode ser obtida a partir da montagem da tabela a seguir.

Mês (A)	Tipo (B)	Energia [MWh]		Dias (E)	Valor [R\$/MWh]		Ce [R\$] ($C \times D \times 83,35$)
		En, fp (C)	En, p (D)		Ve, fp (F)	Ve, p (G)	
Jan	U	2,23	0,48	31	41,46	91,32	4224,97
Fev	U	2,23	0,48	28	41,46	91,32	3816,10
Mar	U	2,23	0,48	31	41,46	91,32	4224,97
Abr	U	2,23	0,48	30	41,46	91,32	4088,68
Mai	S	1,81	0,42	31	46,91	98,68	3916,93
Jun	S	1,81	0,42	30	46,91	98,68	3790,58
Jul	S	1,81	0,42	31	46,91	98,68	3916,93
Ago	S	1,81	0,42	31	46,91	98,68	3916,93
Set	S	1,81	0,42	30	46,91	98,68	3790,58
Out	S	1,81	0,42	31	46,91	98,68	3916,93
Nov	U	2,23	0,48	30	41,46	91,32	4088,68
Dez	U	2,23	0,48	31	41,46	91,32	4224,97

A tarifa total de energia é R\$ 47.917,27

Tarifa horo-sazonal azul

Cálculo da tarifa de demanda

A tarifa de demanda pode ser obtida da seguinte forma:

$$\text{Tarifa} = \underbrace{6}_{\text{meses}} \times \left[\underbrace{15,05}_{\text{tarifa de ponta}} \times (170 + 150) + \underbrace{5,01}_{\text{tarifa fora de ponta}} \times (170 + 150) \right]$$

$$\text{Tarifa} = \text{R\$ } 38.515,20$$

Tarifa horo-sazonal azul

Cálculo da tarifa total

Portanto, a tarifa total é:

$$\text{R\$ } 47.917,27 + \text{R\$ } 38.515,20 = \text{R\$ } 86.432,47$$