

Capítulo V

Carga dos alimentadores

Por Manuel Luís Barreira Martinez*

Em continuidade ao capítulo anterior, que abordou carregamento e potência nominal dos transformadores, o artigo deste mês tratará sobre a carga dos alimentadores. A característica da demanda em kW a cada 15 minutos de um alimentador genérico é mostrada na Figura 1. Conforme é possível notar, a demanda dos alimentadores não apresenta variações instantâneas como as observadas individualmente para os consumidores ou, em menor escala, para os transformadores. A explicação para este fato se encontra associada ao elevado grau de aleatoriedade das cargas, na ordem de centenas, usualmente supridas pelos alimentadores.

LOCAÇÃO DE CARGAS

O processo de análise de um sistema de distribuição implica na especificação de um grande conjunto de dados que depende, sobretudo, do detalhamento do modelo escolhido para o alimentador e da disponibilidade dos perfis de comportamento das cargas de seus consumidores. De um modo geral, a representação completa de um alimentador deve levar em conta a modelagem das cargas de todos os seus transformadores. Logo, é necessário determinar a carga conectada a cada um dos transformadores.

De um modo geral, existem quatro

métodos para a locação de carga nos transformadores:

- **Utilização de fatores de diversidade**

Conforme definido, o Fator de Diversidade (FDV) é a razão entre a demanda máxima não coincidente de um grupo de consumidores pela máxima demanda diversificada do grupo. A Tabela 1 mostra os valores de fatores de diversidade para um determinado grupo de consumidores.

Uma vez que se pode obter dados similares aos mostrados na Tabela 1, para cada uma das classes ou grupos de consumidores de uma determinada região, é possível – caso sejam conhecidas as demandas individuais dos componentes destes grupos, como mostra a Equação 1 – determinar a máxima demanda diversificada de cada grupo de consumidores conectados, como de um transformador.

$$D_{MC} = \frac{D_{M\tilde{N}-C.}}{FDV} \quad (1)$$

Desse modo, o valor para a “máxima demanda diversificada” é a carga suprida ou locada para cada transformador. De maneira geral, os métodos que trabalham com fatores de diversidade necessitam de levantamentos de carga. Logo, os coeficientes de diversidade são usualmente associados aos métodos para levantamentos de carga.

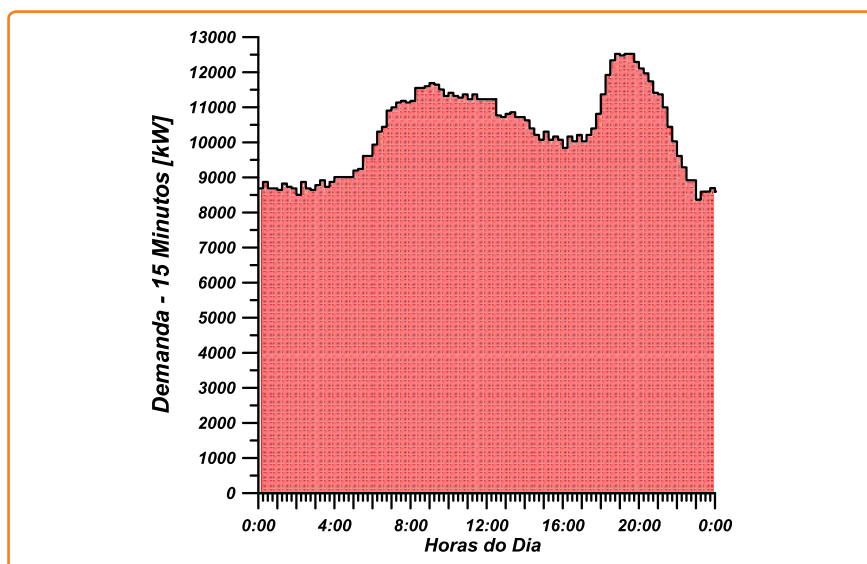


Figura 1 – Curva de demanda em kW a cada 15 minutos para um alimentador genérico.

TABELA 1 – FATORES DE DIVERSIDADE – F_{DV}

NC	F_{DV}	F_{DV}^{-1}	NC	F_{DV}	F_{DV}^{-1}	NC	F_{DV}	F_{DV}^{-1}	NC	F_{DV}	F_{DV}^{-1}
1	1,00	1,000	21	2,90	0,345	41	3,13	0,319	61	3,18	0,314
2	1,60	0,625	22	2,92	0,342	42	3,13	0,319	62	3,18	0,314
3	1,80	0,556	23	2,94	0,340	43	3,14	0,318	63	3,18	0,314
4	2,10	0,476	24	2,96	0,338	44	3,14	0,318	64	3,19	0,313
5	2,20	0,455	25	2,98	0,336	45	3,14	0,318	65	3,19	0,313
6	2,30	0,434	26	3,00	0,334	46	3,14	0,318	66	3,19	0,313
7	2,40	0,417	27	3,01	0,332	47	3,15	0,317	67	3,19	0,313
8	2,55	0,392	28	3,02	0,331	48	3,15	0,317	68	3,19	0,313
9	2,60	0,385	29	3,04	0,329	49	3,15	0,317	69	3,20	0,312
10	2,65	0,377	30	3,05	0,328	50	3,15	0,317	70	3,20	0,312
11	2,67	0,375	31	3,05	0,328	51	3,15	0,317			
12	2,70	0,370	32	3,08	0,325	52	3,15	0,317			
13	2,74	0,365	33	3,09	0,324	53	3,16	0,316			
14	2,78	0,360	34	3,10	0,323	54	3,16	0,316			
15	2,80	0,357	35	3,10	0,323	55	3,16	0,316			
16	2,82	0,355	36	3,11	0,322	56	3,17	0,315			
17	2,84	0,352	37	3,12	0,320	57	3,17	0,315			
18	2,86	0,350	38	3,12	0,320	58	3,17	0,315			
19	2,88	0,347	39	3,12	0,320	59	3,18	0,314			
20	2,90	0,345	40	3,13	0,319	60	3,18	0,314			

• Levantamento de carga

Muitas vezes, a máxima demanda dos consumidores individuais é conhecida por meio de medidores de demanda ou da energia consumida em kWh. Em geral, as empresas distribuidoras de energia elaboram levantamentos dos perfis de carga dos consumidores, de forma a obter uma relação entre a energia consumida em kWh e a máxima demanda em kW ou kVA.

Para obter essa relação é necessário instalar um medidor de demanda em cada consumidor estudado durante o levantamento. Estes medidores podem ser do tipo utilizado para a obtenção das curvas de demanda anteriormente discutidas, ou podem ser medidores mais simples que gravam somente a demanda máxima durante um determinado período.

Ao fim do levantamento, considerando o conjunto de pontos definido por cada um dos consumidores, é determinada uma correlação, usualmente na forma de “Regressão Linear” entre a máxima

demanda [kW ou kVA] versus energia consumida [kWh].

A Figura 2 mostra o exemplo da característica definida para um grupo de 15 consumidores, bem como a sua respectiva regressão linear, Equação 2.

$$D_M = 0,1058 + 0,005014E_C \quad (2)$$

Em que:

D_M - Demanda Máxima [kW]

E_C - Energia Consumida [kWh]

Como posto, o conhecimento da demanda máxima de cada consumidor – determinada segundo a correlação entre o consumo medido e a demanda, verificada por consumidor – é o primeiro passo neste processo. O próximo é realizar um levantamento de carga que permita determinar a demanda máxima para diversos agrupamentos de consumidores,

definidos de forma aleatória pela empresa.

Para tanto são selecionados vários locais em que podem ser instalados medidores capazes de registrar as demandas máximas de grupos compostos por 2 a 70 consumidores, dos quais se conhece, de modo prévio, a demanda máxima individual, definida pela correlação entre consumo e demanda, como mostrado, por exemplo, pela Equação 2, ou ainda determinadas por medição direta via novo conjunto de medidores instalados a jusante de cada um dos medidores de conjunto. De posse desses valores de demanda de conjunto e individuais é calculado o fator de diversidade dos grupos selecionados.

Dentro da lógica proposta, os grupos neste método de locação de carga podem ser definidos de qualquer modo, somente consumidores, ou agrupados por transformadores, ou por trechos de alimentadores, entre outros.

Nota: Este texto considera que os fatores de diversidade são definidos

por meio da análise do comportamento agrupado de consumidores, que, embora divididos em classes, dentro destas se comportam de modo semelhante. Assim, o que importa é a maneira como são organizados e agrupados, por exemplo, nos transformadores. Em alguns casos, não cobertos neste texto consideram-se fatores de diversidade entre consumidores e fatores de diversidade entre transformadores. Isso, de algum modo, contraria a ideia da existência de semelhança entre o comportamento de consumidores de uma mesma classe verificada, pelo menos em termos gerais, quando das análises dos bancos de consumo corporativos. A aplicação desta técnica é similar à que se apresenta neste texto, sendo que a única diferença é que, quando se verifica o carregamento de trechos de alimentadores, aplicam-se fatores de diversidade definidos para grupos de transformadores. Caso se tenha confiança estatística nestes valores, os resultados são relativamente similares e

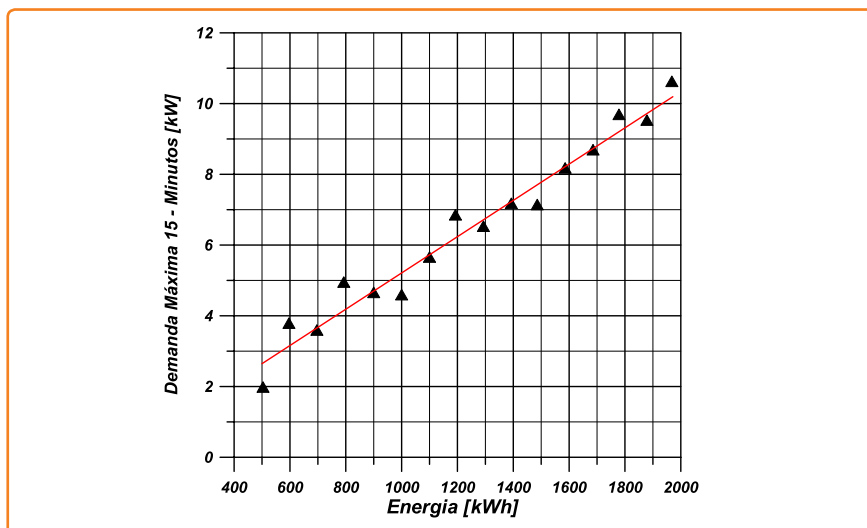


Figura 2 – Característica demanda [kW] versus energia [kWh] para consumidores residenciais

não carregam erros de conceito e aplicação.

Alternativamente podem ser realizadas medições de consumo individual, de modo totalmente aleatório e aplicadas técnicas de análise combinatória para formar o agrupamento na forma de conjuntos de 2 a 70 indivíduos. Esta técnica, em geral, permite obter uma

melhor definição estatística dos fatores de diversidade.

As características demanda [kW] versus energia [kWh] podem ser agrupadas, como mostra a Figura 2, por classe de consumo ou, de forma genérica, contemplar outras classificações como "diurna", "noturna" ou "total". A escolha do modo de agrupamento e classificação

depende da análise e do grau necessário de detalhamento, que muito tem a ver com a dispersão dos resultados das leituras, como mostrado na Figura 3, em que não foi considerada a classificação por classe de consumo. Isso na tentativa de retirar uma única característica, capaz de representar todos os consumidores de um grupo de amostras retiradas aleatoriamente de um conjunto de 105 medições de demanda realizadas no Sul do Brasil. O coeficiente de correlação estatístico entre amostra e modelo é da ordem de $r^2 = 0,667$, o que pode ser considerado como adequado. No entanto, observa-se uma elevada dispersão dos dados em relação ao modelo, o que pode ou não ser considerado como conveniente pelo analista. Nesse caso, sugere-se agrupar as amostras segundo uma outra ótica, o que não foi objeto deste texto e discussão.

Em geral, o modelo adotado para representar as "características demanda versus energia" são lineares, como mostrados nas Figuras 2 e 3, ou seja, não

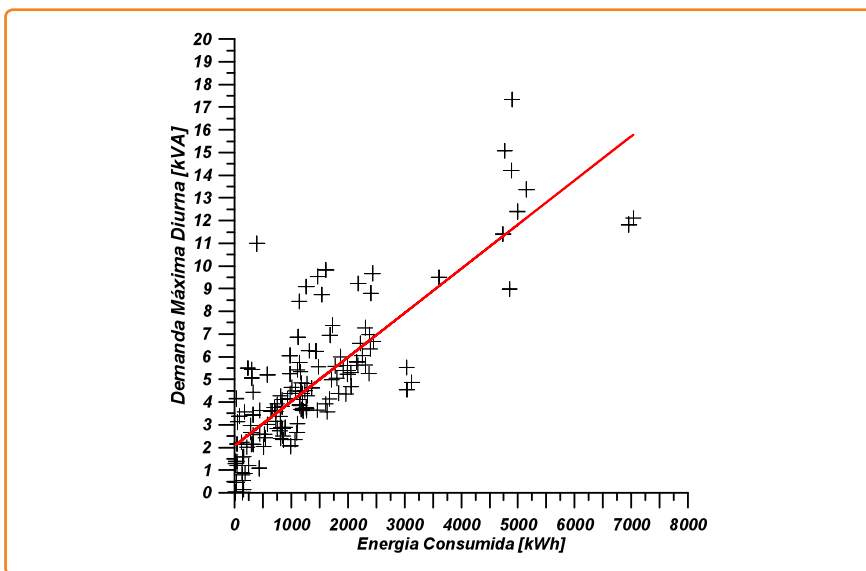


Figura 3 – Característica demanda diurna [kVA] versus energia [kWh] para consumidores do Sul do Brasil.

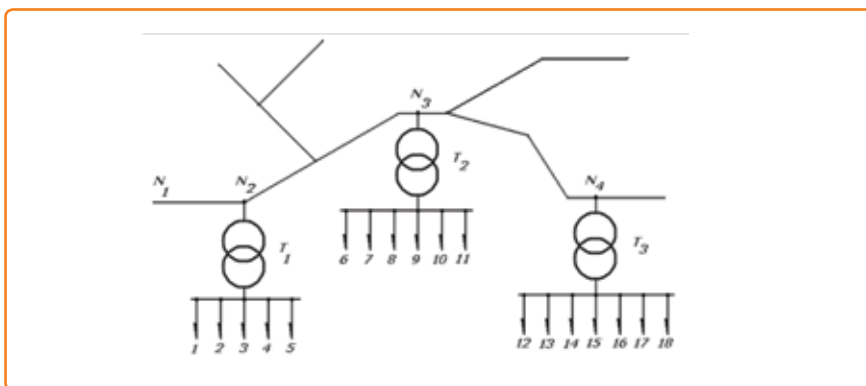


Figura 4 – Ramal N1 – N4 composto por três transformadores e 18 consumidores.

são consideradas funções mais elaboradas, uma vez que pouco se consegue em termos de representatividade.

Características similares podem ser desenvolvidas para a demanda noturna. A determinação das relações para as demandas diurna e noturna envolve algum conhecimento das características das cargas. Também é possível trabalhar com uma característica que considere somente a demanda máxima diária. Neste caso, trabalha-se em geral com o conceito de curvas em dois patamares. Em qualquer dos casos, a discrepância em termos de tempo é fornecida pela aplicação dos fatores de diversidade.

De modo a ilustrar os métodos para alocação de carga e avaliar um alimentador em média tensão composto por quatro segmentos de linha de distribuição e três transformadores trifásicos que alimentam 18 consumidores, confira a Figura 4.

EXEMPLO 1

Um ramal de distribuição alimenta três transformadores, conforme mostrado na Figura 4. A energia consumida em kWh por cada consumidor, durante um

determinado mês, é mostrada nas Tabelas 2 a 4. O levantamento de carga para estes consumidores indica que a demanda máxima em kW - DM a cada 15 minutos para o período de 24 horas é fornecida pela equação 3. Deste modo, pede-se para determinar a potência de cada transformador, bem como a demanda de cada trecho de alimentador.

$$D_M = 0,2 + 0,008E_C \quad (3)$$

A demanda máxima em kW DM a cada 15 minutos para o período de 24 horas é fornecida pela equação 3, como mostrado para o consumidor #1.

$$D_{M1} = 0,2 + 0,008 * 1.523 = 12,4$$

Nota: Os valores de demanda são calculados segundo a Equação 3.

Considerando as Tabela 2 a 4, são calculadas as demandas máximas não coincidentes em kW a cada 15 minutos para os transformadores T1 a T3.

- Transformador T1

$$D_{MN-C} = 12,4 + 13,4 + 16,1 + 12,9 + 11,9 = 66,7 \text{ kW}$$

Considerando a Tabela 1 para os fatores de diversidade, obtém-se:

$$D_{T1} = \frac{D_{MN-C}}{F_{DV}} = \frac{66,7}{2,20} = 30,3 \text{ kW}$$

TABELA 2 – CONSUMIDORES CONECTADOS AO TRANSFORMADOR T₁

CONSUMIDOR	#1	#2	#3	#4	#5
KWh	1.523	1.645	1.984	1.590	1.456
KW #	12,4	13,4	16,1	12,9	11,9

TABELA 3 – CONSUMIDORES CONECTADOS AO TRANSFORMADOR T₂

CONSUMIDOR	#6	#7	#8	#9	#10	#11
KWh	1.235	1.587	1.698	1.745	2.015	1.765
KW #	10,1	12,9	13,8	14,2	16,3	14,3

TABELA 4 – CONSUMIDORES CONECTADOS AO TRANSFORMADOR T₃

CONSUMIDOR	#12	#13	#14	#15	#16	#17	#18
KWh	2.098	1.856	2.058	2.265	2.135	1.985	2.103
KW #	17,0	15,1	16,7	18,3	17,3	16,1	17,0

- Transformador T2

$$D_{\text{MN-C}} = 12,9 + 13,8 + 14,2 + 16,3 + 14,3 + 17,0 = \mathbf{81,6 \text{ kW}}$$

Considerando a Tabela 2 para os fatores de diversidade, obtém-se:

$$D_{T_2} = \frac{D_{M_{N-C}}}{F_{DV}} = \frac{81,6}{2,30} = 35,5 \text{ kW}$$

- Transformador T3

$$D_{\text{MN-C}} = 17,0 + 15,1 + 16,7 + 18,3 + 17,3 + 16,1 + 17,0 = \mathbf{117,5 \text{ kW}}$$

Considerando a Tabela 2 para os fatores de diversidade, obtém-se:

$$D_{T_3} = \frac{D_{M_{N-C}}}{F_{DV}} = \frac{117,5}{2,40} = 48,9 \text{ kW}$$

Com base na demanda máxima não coincidente em kW a cada 15 minutos e considerando um fator de potência de 0,92, são calculadas as demandas máximas não

coincidentes em kVA a cada 15 minutos para os transformadores T1 a T3, o que define o valor das suas potências nominais em kVA.

$$P_{T_1} = \frac{D_{T_1}}{\text{Cos}\varphi} = \frac{30,3}{0,92} = 32,9 \text{ kVA}$$

$$P_{T_2} = \frac{D_{T_2}}{\text{Cos}\varphi} = \frac{35,5}{0,92} = 38,6 \text{ kVA}$$

$$P_{T_3} = \frac{D_{T_3}}{\text{Cos}\varphi} = \frac{49,0}{0,92} = 52,3 \text{ kVA}$$

Desse modo, podem ser selecionados transformadores com as seguintes potências nominais:

$$S_{T_1} = 30 \text{ kVA} \rightarrow 1,10 \text{ p.u.}$$

$$S_{T_2} = 30 \text{ kVA} \rightarrow 1,29 \text{ p.u.}$$

$$S_{T_3} = 45 \text{ kVA} \rightarrow 1,16 \text{ p.u.}$$

Considerando os valores selecionados, somente o transformador T₂ apresenta um valor de sobrecarregamento significativo,

mesmo assim, inferior aos padrões máximos adotados de 1,40 p.u.

Com respeito aos trechos do ramal, sejam os resultados para a Demanda Máxima Não Coincidente em kW a cada 15 minutos para os transformadores T₁ a T₃.

Coincidente em kW a cada 15 minutos para os transformadores T₁ a T₃.

- Trecho N₁ - N₂

$$D_{\text{MN-C}} = 66,7 + 81,6 + 117,5 = 265,5 \text{ kW}$$

Considerando a Tabela 2 para os fatores de diversidade, bem como ao fato de que ao trecho N1 - N2 estão conectados 18 consumidores, vem:

$$D_{N_1-N_2} = \frac{265,8}{2,86} = 92,8 \text{ kW}$$

- Trecho N₂ - N₃

$$D_{\text{MN-C}} = 81,6 + 117,5 = 199,1 \text{ kW}$$

Considerando a Tabela 2 para os fatores

de diversidade, bem como ao fato de que ao trecho $N_2 - N_3$ estão conectados 13 consumidores, ou seja, como assumido [consumidores de 6 a 18], vem:

$$D_{N_2-N_3} = \frac{199,1}{2,74} = 72,7 \text{ kW}$$

- *Trecho $N_3 - N_4$*

Este trecho alimenta somente o transformador T_3 , logo:

$$D_{N_3-N_4} = D_{T_3} = 48,9 \text{ kW}$$

Conforme demonstra o exemplo anterior, a Lei de Kirchhoff das Correntes não é obedecida quando se utilizam as máximas demandas diversificadas para os cálculos de fluxo de potência por meio dos transformadores e trechos de linhas. Isso pode ser observado quando se considera que no trecho $N1-N2$ existe, como calculado, um fluxo de 92,8 kW que, subtraído do fluxo de pelo transformador $T1$, 30,3 kW, conforme a Lei de Kirchhoff das Correntes, resulta em um fluxo de 62,5 kW por intermédio do trecho $N2-N3$ que, por sua vez, é calculado como 72,6 kW. A explicação para este fato reside no fato de que as demandas máximas diversificadas para os transformadores e as linhas não coincidem no tempo.

Observe que, de forma ilustrativa, a técnica foi aplicada e duas análises, considerando, de forma indistinta, demandas em *kVA* e *kW*.

Como observado inicialmente, isso não é considerado um problema, uma vez que existe uma proporcionalidade assumida como constante, independentemente do período de tempo e do consumo entre as grandezas.

• *Gerenciamento de carga dos transformadores*

Com base no conhecimento da energia em kWh suprida pelos transformadores em um determinado período de tempo, as empresas de distribuição de energia desenvolvem procedimentos para gerenciar a carga suprida por seus transformadores. Estes procedimentos têm por objetivo principal determinar quando um transformador precisa ser substituído por estar operando em condição de sobrecarga. De forma complementar, os resultados destes procedimentos também podem ser utilizados para alocar cargas para transformadores durante os processos de análise dos alimentadores.

Os procedimentos de gerenciamento das cargas dos transformadores relacionam a máxima demanda diversificada dos transformadores em kVA com a energia total suprida em kWh em um determinado período de tempo, em geral, mensal. Esta relação é determinada a partir de uma pesquisa ou levantamento de carga e, usualmente, o modelo resultante assume a forma de uma reta. Nestes casos são efetuadas medidas da máxima demanda e de energia suprida a todos os consumidores conectados aos transformadores.

Com as informações relativas a vários transformadores, são construídas características similares às mostradas nas Figuras 2 e 3. Este

método tem a grande vantagem de utilizar a base de dados de faturamento das empresas distribuidoras de energia para cada mês de interesse ao longo do ano. Enquanto as empresas mantiverem um forte controle dos consumidores conectados a cada transformador, é possível, pela utilização das equações desenvolvidas, calcular para todos os períodos de tempo a máxima demanda diversificada de cada um de seus transformadores, trechos de rede e correspondentes quedas de tensão.

• **Fator de alocação de carga – medida da máxima demanda dos alimentadores**

A maior desvantagem da alocação de carga utilizando os fatores diversidade é o fato de que a maioria das empresas distribuidoras de energia não possui esses fatores de forma tabelada. Isso se deve ao fato de que, geralmente, os processos de desenvolvimento destas tabelas são onerosos em termos de tempo e custos. A maior desvantagem do

método de gerenciamento de cargas dos transformadores é a necessidade de uma base de dados específica para cada tipo de transformador e novamente esses dados não estão sempre disponíveis.

O processo de alocação de carga, com base em leituras efetuadas por medidores instalados nas subestações, necessita de uma menor quantidade de dados. Quase todos os alimentadores possuem medidores instalados que, no mínimo, fornecem a máxima demanda total trifásica diversificada em kW ou kVA e/ou a máxima corrente por fase durante o mês. A potência nominal em kVA, de todos os transformadores de distribuição de um alimentador, sempre é conhecida. Desse modo, é possível alocar valores de carga para cada transformador com base na sua potência nominal. Isso tem como base um “fator de alocação” (FA), que pode ser determinado a partir de medições trifásicas de demanda em kW ou kVA e a potência total dos transformadores de distribuição em kVA, conforme mostrado pela Equação 4.

$$FA = \frac{\text{Demanda Medida}}{S_{NT} \cdot \text{Transformadores}} \quad (4)$$

Neste caso, a demanda medida pode ser expressa em kW ou kVA e a potência total dos transformadores é a soma da potência nominal em kVA de todos os transformadores de distribuição instalados no alimentador. Desse modo, a demanda alocada para cada transformador em kW ou kVA, dependendo do tipo de medidor utilizado, é determinada pela Equação 5.

$$D_{AlocadaT} = FA * S_{NT} \quad (5)$$

Caso a demanda em kW ou kVA seja medida por fase, é possível, quando necessário, alocar cargas em cada uma das fases dos transformadores. Por sua vez, caso seja medida a corrente máxima por fase, a carga alocada para cada transformador pode ser obtida assumindo a tensão nominal na subestação como constante para todos os transformadores. Caso não existam

medições informando os valores de potência reativa ou o fator de potência dos alimentadores, deve-se assumir um valor de fator de potência para a carga de cada um dos transformadores.

As subestações modernas possuem medidores microprocessados que fornecem os valores de potência ativa, reativa, aparente, bem como o valor do fator de potência. Com esses dados é possível alocar valores para a potência reativa. No entanto, como os valores totalizados nas subestações incluem perdas, é necessário utilizar um processo iterativo para que as cargas alocadas sejam equivalentes aos valores lidos.

EXEMPLO 2

Considerando que a máxima demanda diversificada em kVA para o sistema mostrado no exemplo 2 é de 92,9 kVA, qual deve ser a potência alocada para cada transformador considerando o método do fator de alocação - FA?

$$S_{NTotal} = S_{NT1} + S_{NT2} + S_{NT3}$$

Desse modo:

$$S_{NTotal} = 30 + 30 + 45 = 105kVA$$

Logo:

$$FA = \frac{D_{M_{Medida}}}{S_{NTotal}} = \frac{92,9}{105} = 0,8847$$

Assim:

$$P_{T_1} = 0,8847 * 30 = 26,5kVA$$

$$P_{T_2} = 0,8847 * 30 = 26,5kVA$$

$$P_{T_3} = 0,8847 * 45 = 39,8kVA$$

Como se observa, por uma comparação direta de conceitos, o método do fator de alocação não resulta em unidades operando em condições de potência superior à nominal. Logo, é possível se perguntar: qual sua

utilidade? Considerando a pouca ou nenhuma necessidade de dados, este método permite verificar, dentro de limites e de forma extremamente rápida, a capacidade de se agregar cargas a transformadores ou ainda quedas de tensão. É por certo óbvio que não dispensa cálculos mais elaborados. No entanto, fornece valores de referência para procedimentos mais sofisticados, o que é uma boa prática em engenharia. Em geral, os valores dos carregamentos dos transformadores e trechos de redes necessitam sempre ser melhor elaborados. No entanto, violações de queda de tensão são quase sempre muito bem avaliadas, dispensando quando da ultrapassagem dos limites superiores de avaliações complementares.

•Qual método utilizar?

Finalmente, uma vez que foram apresentados quatro métodos diferentes para alocação de carga dos transformadores de distribuição surge uma pergunta: *Qual deles é o mais adequado?*

A resposta correta sobre a escolha do método a utilizar depende do propósito das análises. Se o propósito é de determinar a demanda máxima dos transformadores de distribuição, pode ser utilizado o método do fator de diversidade e levantamento de carga ou com o método de gerenciamento de carga. Em geral, nenhum desses métodos é empregado para o levantamento completo do comportamento dos alimentadores. Para este tipo de análise apresentar bons resultados, a locação de cargas deve ser feita com base no método dos fatores de alocação, que também implica no conhecimento da potência nominal dos transformadores. A diferença básica entre os modelos e sua aplicabilidade encontra-se no atendimento ou não das leis fundamentais dos circuitos elétricos, como, por exemplo, a Lei de Kirchhoff das Correntes. No entanto, esse é um

problema que não é passível de contorno, uma vez que se tenha em mente que alguns dos parâmetros calculados não possuem forte vínculo físico. Por exemplo, não é esperado que transformadores operem com potência superior à nominal quando se aplica o método do fator de alocação. Logo, ou não se calcula o carregamento dos transformadores ou se assume o resultado destes cálculos com reservas. Observações similares são válidas para os valores das quedas de tensão nos métodos de fator de diversidade, levantamento e gerenciamento de carga.

Finalmente, é necessário ter em mente que todos esses modelos e procedimentos podem ser utilizados de forma simplificada ou complementar. A maioria deles pode ser aplicada diretamente em rotinas desenvolvidas de modo rápido e eficaz na forma de planilhas eletrônicas de cálculo, fornecendo uma primeira ideia do problema como um todo. O grau de confiança nos resultados fica por conta das limitações intrínsecas aos dados e aos modelos, bem como no conhecimento dos analistas.

Manuel Luís Barreira Martinez possui graduação e mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Itajubá e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo. Atualmente, é professor associado da Universidade Federal de Itajubá. Tem experiência na área de engenharia elétrica, com ênfase em equipamentos, materiais elétricos, distribuição de energia elétrica e técnicas em alta tensão. É autor e coautor de 350 artigos em revistas e seminários, associados a trabalhos de engenharia e 45 orientações de mestrado e doutorado. Atua, principalmente, nos seguintes segmentos: métodos de ensaios, ensaios dielétricos, para-raios para sistemas de média e alta tensão e equipamentos elétricos.

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Acompanhe todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br. Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para redacao@atituedeeditorial.com.br