

PEA 2400 – MÁQUINAS ELÉTRICAS I - 1ª PROVA – 26/04/2013

1ª QUESTÃO: Dispõe-se de um núcleo ferromagnético para transformador monofásico, com secção de ferro de 88 cm². O material desse núcleo pode trabalhar com induções de até aprox. 1,6 T. Com o mesmo deseja-se construir um transformador de 50 kVA, tensão primária 2.300 V – tensão secundária 230 V – 60 Hz.

- A) Determinar o número de espiras das bobinas do primário e do secundário.
- B) Considerando-se que o número de espiras deve ser necessariamente inteiro, qual a relação de transformação real do transformador? Qual a tensão secundária em vazio, para alimentação do primário com tensão nominal? (desprezar as dispersões). Circunstanciar as respostas.
- C) Determinar a secção de cobre dos condutores das bobinas primária e secundária considerando carregamento máximo de 2,5 A/mm². Qual enrolamento deve ficar mais afastado do núcleo? Por quê?
- D) Uma vez construído, se o referido transformador operar em rede de 50 Hz, quais deverão ser as novas tensões nominais e potência nominal de modo a não ultrapassar as solicitações magnética e elétrica?
- E) Sabendo-se que em 60 Hz a repartição entre as perdas por histerese e foucault é igual, qual a previsão da nova perda no ferro, considerando-se a alimentação em 50 Hz ?
- F) Conectando-se o referido transformador como auto-transformador elevador, operando em rede de 2.300V e 60 Hz, como fica a potência disponível para a carga, e quais as tensões nominais de entrada e saída? O que deve mudar na execução da bobina secundária? Quais as limitações de uso como auto?

2ª QUESTÃO: Um Transformador trifásico de 750 kVA - 13.800 V / 440 V – grupo de ligação Yy0, tem os seguintes dados medidos: Perdas constantes = 6.500 W; Perdas variáveis nominais = 8.800 W; Fator de potência em vazio = 0,145; Fator de potência em curto-circuito = 0,220. Tal transformador alimenta conjuntos de cargas monofásicas de tensão nominal 254 V – fator de potência = 0,9 indutivo, distribuídas de forma equilibrada entre os condutores de linha e o neutro.

- A) Determinar o circuito equivalente por fase do transformador, referido ao lado do enrolamento primário (alta tensão).
- B) Admitindo que as cargas no secundário totalizem a potência nominal do transformador, determinar a tensão sobre a carga, a regulação e o rendimento. A tensão em vazio é 440V na baixa tensão.
- C) Qual o máximo rendimento possível de ser obtido com esse transformador? Com qual porcentagem de carga tal rendimento deve ocorrer?
- D) Admitindo que o primário não tenha o neutro conectado, e ocorra um desligamento de cargas no secundário restando apenas 10% de seu valor em uma única fase, como ficam os valores das correntes desequilibradas no primário? Como ficam os valores das tensões de fase desequilibradas no secundário? Esquematizar o diagrama fasorial das correntes e tensões no primário e secundário.

3ª QUESTÃO: Um conjunto de transformadores monofásicos tem seus dados nominais, bem como os resultados dos ensaios de curto-circuito dados abaixo:

Transformador	Dados dos transformadores		Dados de ensaio de curto		
	Potência nominal	Tensões nominais	V _{cc} (V)	I _{cc} (A)	W _{cc} (W)
A	100 kVA	13.200 V / 220 V	697,0	8,0	1.112
B	150 kVA	13.200 V / 220 V	975,8	10,5	2.043
C	250 kVA	13.200 V / 230 V	794,6	19,0	3.010
D	250 kVA	13.200 V / 220 V	644,5	18,5	2.357

- A) Independentemente da potência disponível, qual dupla de transformadores deverá apresentar o melhor comportamento quando operando em paralelo? Por quê?
- B) Sendo a carga total a ser suprida em 220 V igual a 380 kVA sob fator de potência unitário, quais transformadores são melhor recomendados para formar um banco em paralelo? Discuta a solução ou soluções possíveis. Justifique a discussão com resultados numéricos.

PEA 2400 – MÁQUINAS ELÉTRICAS I - 1ª PROVA – 11/04/2014

1ª QUESTÃO: Um transformador de distribuição monofásico de 150 kVA – 13.800 / 220V, tem impedância equivalente $z_{cc} = (0,02 + j,0,05)$ p.u. O mesmo também apresenta uma perda no ferro nominal de 1.300 W. O ciclo de carga diário do transformador é dado por:

Período de tempo	Carga (em corrente)	Fator de potência
4 horas	1,15 p.u.	0,9 indutivo
8 horas	0,85 p.u.	0,8 indutivo
12 horas	0,45 p.u.	0,6 indutivo

- A) Explicitar o circuito equivalente simplificado, referido ao secundário, com os valores expressos em ohms.
- B) Determinar o perfil da tensão nos consumidores ao longo dos períodos do dia, para o carregamento dado, considerando alimentação com tensão fixa e igual à nominal.
- C) A regulação do transformador pode ser calculada de duas formas, uma aproximada (mais simples), e uma mais exata. Cite como são esses métodos de cálculo, e resolva por ambos para um dos períodos dados, determinando o erro que se comete com a simplificação.
- D) Descreva uma forma usualmente empregada para se corrigir o perfil da tensão entregue aos consumidores. Cite resumidamente o equipamento utilizado para tanto.

2ª QUESTÃO: Para o transformador da questão anterior, responda o que se pede abaixo:

- A) Determinar o rendimento em potência para cada um dos períodos dados.
- B) Determinar o máximo rendimento possível para esse transformador. Cite as condições para tanto, bem como a carga (corrente), em p.u., em que isso acontece.
- C) Determinar o rendimento em energia para o ciclo diário de operação.
- D) Deseja-se montar um banco trifásico com transformadores como o da questão, para alimentar uma instalação de tensão nominal 380V. Como devem ser conectados os enrolamentos primário e secundário dos transformadores? Qual o deslocamento angular resultante (indique o deslocamento na forma padrão)? Qual a potência total?

3ª QUESTÃO: Um transformador trifásico de 6 MVA – 33/2,3 kV - Yd11, quando operando em vazio numa linha de 33 kV apresenta tensão secundária de 2.340 V, absorve uma potência ativa de 15kW, e uma potência aparente de 80 kVA. Submetido a um curto circuito franco em seus terminais, a corrente absorvida é de 18 p.u., e o fator de potência nessa condição é 0,3 indutivo. Pede-se:

- A) Calcular o valor de sua impedância característica. (valor complexo em p.u. e em ohms/fase referidos aos lados A.T. e B.T.)
- B) Se o transformador fosse ensaiado em laboratório, como deveriam ser os procedimentos seguros para os ensaios de vazio e de curto circuito? Justifique.
- C) Em laboratório, quais seriam os resultados obtidos nos ensaios em vazio e curto circuito, realizados nesse transformador? (Considerar ensaios feitos com procedimento seguro).