

PROBLEMA 3

Seu grupo de engenharia foi solicitado a projetar um sistema de regulação de temperatura de um forno resistivo comparando duas versões possíveis: uma versão monofásica e uma versão trifásica.

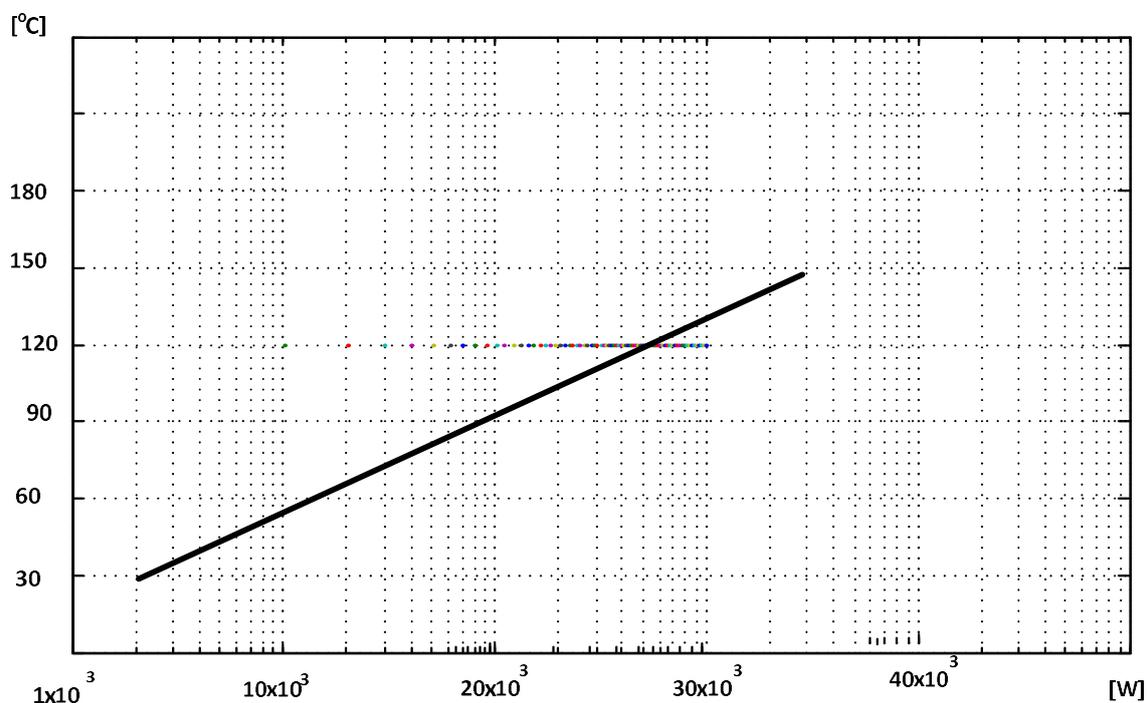
A equipe de engenharia térmica passou o gráfico abaixo de um ensaio de Potência X Temperatura realizado no forno.

A faixa de controle de regulação de temperatura necessária para as aplicações em que o forno será utilizado é de 50°C a 120°C.

O sistema de regulação deverá ser dimensionado e caracterizado dentro desta faixa de operação.

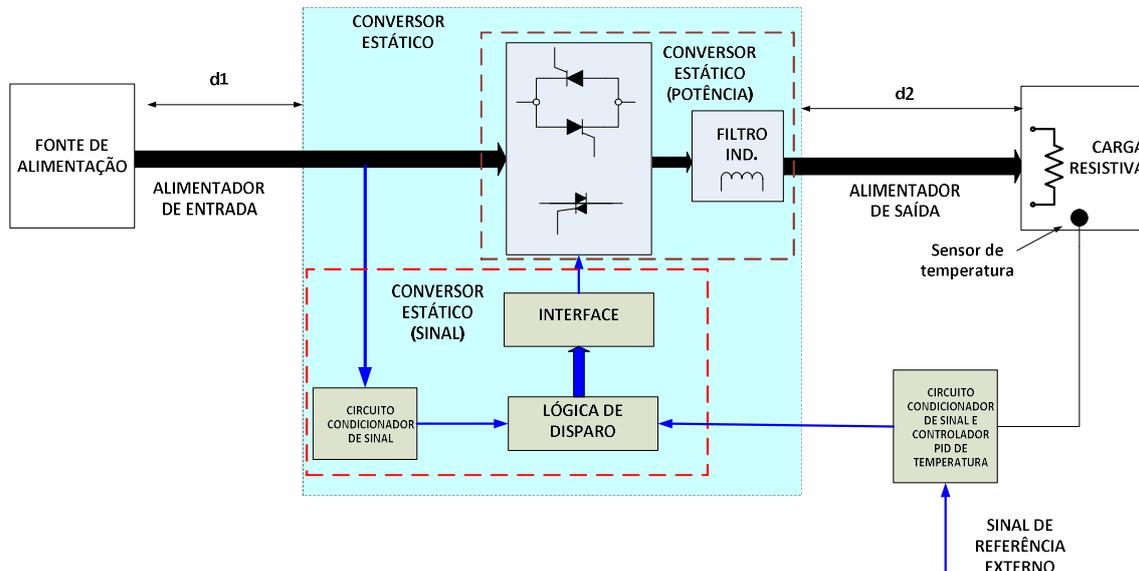
Deverão ser apresentadas e comparadas as seguintes soluções relacionadas ao circuito de potência do conversor a ser utilizado como parte do sistema:

- Quanto aos semicondutores de potência: tiristores (SCR's) discretos em anti-paralelo, módulo de dois tiristores no mesmo empacotamento, ou triac.
- Quanto ao modo de controle do conversor: modo de controle do tipo liga-desliga (ON-OFF) e modo de controle tipo controle de fase.
- Quanto à versão trifásica, escolher entre uma das possíveis versões: controlador em delta, ou controlador em estrela.



Além das especificações acima, a empresa solicitante colocou a seguinte exigência relacionada à qualidade de energia: o conteúdo de terceiro harmônico da corrente do conversor não poderá ultrapassar a 15% em toda a faixa de operação de regulação de temperatura proporcionada pelo sistema.

DIAGRAMA DE BLOCOS DO SISTEMA



Elementos conhecidos do sistema:

- **Instalação elétrica disponível:** rede trifásica a 4 fios de 220V/60Hz
- **Comprimento do alimentador de entrada:** distância entre o ponto de conexão com a fonte e o local de instalação do conversor $d_1 = 20$ m.
- **Comprimento do alimentador de saída:** distância entre o ponto de conexão com a carga e o local de instalação do conversor $d_2 = 10$ m.
- **Carga:** tipo resistiva com potência máxima de 32 Kw (monofásica ou trifásica)
- **Sinal de saída do controlador de temperatura:** 0 a 10 Vcc

Metas a serem atingidas:

- **Dimensionar/especificar:**
 - **Fonte de alimentação:** capacidade de potência aparente mínima (VA) necessária para cumprir a função estabelecida.
 - **Alimentadores:** tipo e bitola considerando-se uma queda de tensão máxima permitida em cada lance de 2%, e que deverão ser instalados em calha.
 - **Conversor (circuito de potência):**
 - Especificar o modelo dos semicondutores (SCRs discretos, Módulos ou TRIACS), justificando a escolha.
 - Dimensionar/especificar o dissipador verificando a conveniência ou não de se fazer ventilação forçada.
 - Proteção do semicondutor de potência
 - **Conversor (circuito de sinal):**
 - Definir a relação entre as funções dos sinais que devem sair do circuito condicionador de sinal entrando na lógica de disparo e os sinais que devem sair na lógica de disparo (antes de entrar na interface sinal-potência) para que o conversor cumpra as especificações da faixa de controle da potência solicitada.
 - **Proteção:** analisar a necessidade e dimensionar/especificar e determinar a alocação de outras proteções do sistema (principalmente em relação aos alimentadores).
- **Caracterização do sistema relacionada à qualidade de energia:**
 - **Caracterização em relação aos terminais da fonte:** determinar fator de potência, THD de corrente (fator de distorção harmônica de corrente), percentual de terceiro e quinto harmônicos (em relação à fundamental), existência de harmônicos pares e percentuais em relação à fundamental dos mais importantes. Existência e quantificação de componentes CC da corrente.
(NA FAIXA DE OPERAÇÃO DO CONTROLE)
- **Documentação a ser apresentada:**
 - As mesmas solicitadas nos trabalhos anteriores