

CAPÍTULO 3

COMPONENTES DE UM SISTEMA DE EXCITAÇÃO ESTÁTICO

O propósito deste capítulo é descrever a configuração e o princípio de funcionamento dos diversos componentes de um sistema de excitação estático. A Figura 3.1 mostra a disposição destes componentes.

Os componentes básicos para uma excitação estática são:

- o transformador conversor (2)
- a ponte conversora (3)
- o regulador de tensão (7 a 14)
- o equipamento de desenergização de campo (4)
- o circuito de energização inicial de campo (5) e
- transformadores de medição (6)

E as suas características são as seguintes:

O regulador de tensão atua da seguinte forma: a tensão terminal é medida com transformadores de potencial (6) nas três fases, retificada e filtrada nos circuitos de entrada (7). O valor resultante é comparado com o valor de referência ajustado

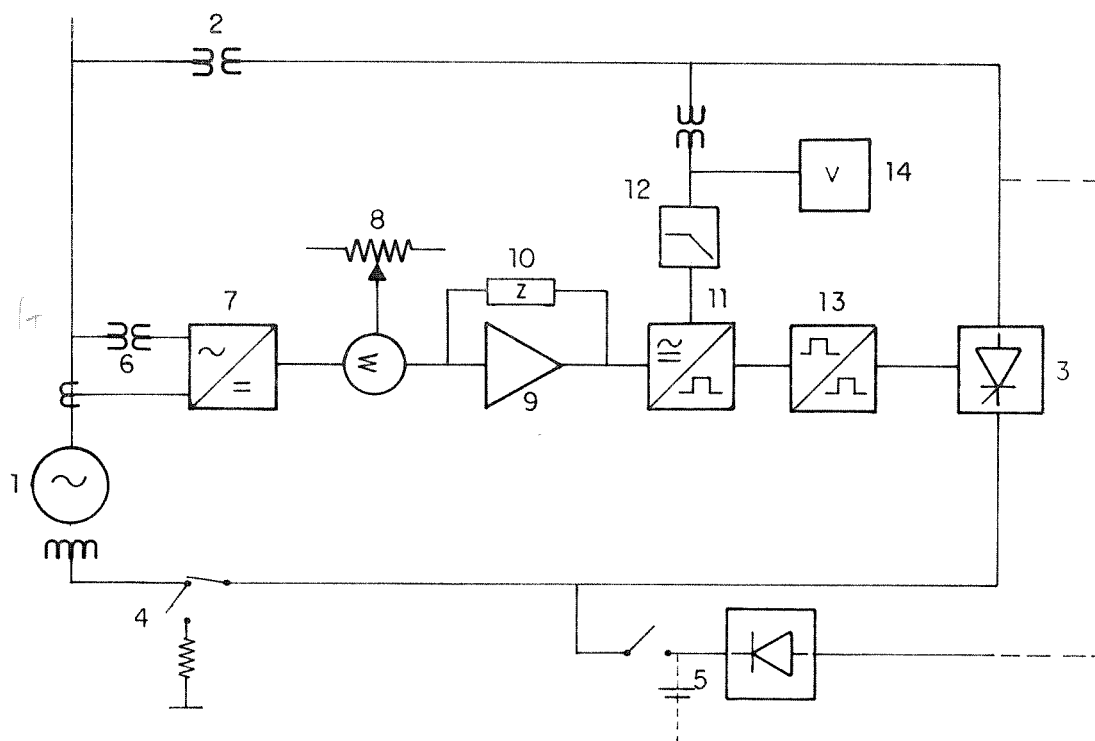


Figura 3.1 - Componentes de um sistema de excitação estático

(8) e a diferença \bar{e} é fornecida ao amplificador conectado em série (9). O elemento de realimentação (10) do amplificador é constituído de resistores ajustáveis e elementos avanço/atraso. Com isto, pode-se ajustar a característica de controle do circuito através da variação do ganho. O comportamento dinâmico do gerador é influenciado por estes ajustes. A função de transferência adequada para o regulador de tensão será analisada no Capítulo 7.

A tensão de saída do regulador de tensão atua proporcionalmente na corrente de campo. Os tiristores são disparados por pulsos de corrente aplicados aos respectivos gatilhos. O valor médio da tensão de saída pode ser controlado quase que instantâ

nea e continuamente entre os valores extremos (positivo e negativo) através do deslocamento do ângulo dos pulsos de disparo em relação à meia onda de tensão que polariza diretamente o tiristor.

Estes pulsos são gerados no circuito de controle de disparo (11). Para isto utiliza-se um sinal senoidal como referência, o qual deve estar em fase com a tensão na ponte de tiristores. Este sinal pode ser medido diretamente no secundário do transformador de excitação e filtrado (12) para eliminação de harmônicos e ruídos. O circuito de controle de disparo pode operar segundo vários princípios como será visto no Capítulo 5. Entretanto o resultado final consiste da relação entre a tensão de controle proveniente do regulador de tensão e o ângulo de disparo. Os limites para excursão deste ângulo são ajustados externamente. Deve ser possível bloquear ou deslocar os pulsos de tal modo que a tensão de campo possa assumir valores negativos.

Os circuitos do regulador de tensão e do controle de disparo devem ser alimentados por uma fonte de tensão estabilizada. Esta fonte normalmente é projetada para operar com uma tensão de entrada entre 30% e 130% da tensão nominal [22].

Como o transformador de excitação está conectado diretamente aos terminais do gerador, deve-se ter um circuito para energização inicial do campo (5), que pode ser conectado a um banco de baterias ou a uma rede auxiliar de C.A. (via um transformador e uma ponte de diodos) e deve ser capaz de fornecer em torno de 35% da corrente de excitação em vazio durante 10 segundos [22]. No caso de se dispor de uma tensão residual razoável

nos terminais do gerador pode-se utilizar uma ponte de diodos em paralelo com a ponte controlada. Esta ponte é desconectada assim que as fontes de alimentação dos circuitos de controle começam a fornecer tensão na faixa de 30% a 130% da nominal, como foi mencionado acima.

O comando para excitar a unidade obedece à seguinte sequência:

- a) Os disjuntores de campo e o circuito de energização inicial são conectados. A tensão do gerador começa a elevar-se lentamente enquanto os pulsos do conversor ainda estão bloqueados;
- b) O relê (14) monitora a tensão e libera os pulsos assim que seja alcançada 30% do valor nominal, considerando uma fonte de alimentação para os circuitos de controle que permita esta regulação. A partir deste instante o regulador força a tensão terminal para o valor ajustado na referência;
- c) Com a elevação da tensão o circuito de energização inicial é desconectado.

Para desexcitar, primeiro desloca-se os pulsos aplicando-se tensão negativa ao campo, com a unidade isolada do sistema. É conectado, então, o resistor de descarga de campo mantenendo os contatos principais fechados, de modo a não permitir abertura do circuito de campo, o que causaria sobretensões muito elevadas. Com o resistor conectado, os contatos principais são finalmente abertos. A mudança da polaridade da tensão do con-

versor diminui o esforço no disjuntor de campo.

O regulador de tensão pode também vir equipado com controle manual, que tem como finalidade dar continuidade a operação no caso de um defeito no regulador.

O controle manual é desnecessário ou sem utilidade para alguns sistemas pelas seguintes razões:

- a) Normalmente os reguladores são projetados com os circuitos eletrônicos das diversas unidades em cartões permutáveis. Por isso estes cartões podem ser trocados com rapidez e facilidade;
- b) Para o controle manual também é necessário que se tenha equipamento de comutação e balanceamento com a unidade de controle manual (equipamento seguidor) afim de proporcionar uma comutação sem alteração do ponto de operação do gerador. Isto significa uma maior necessidade de espaço e maior custo;
- c) O controle manual não é utilizado em máquinas que estejam sujeitas a grandes variações de carga, já que a excitação teria que ser ajustada constantemente.

Na prática, não se utiliza controle manual para máquinas com potência até 5 MVA [20] pelas razões expostas acima. Instalações de geração de emergência, geradores de embarcações, etc., estão nesta categoria.

O controle manual pode ser implementado através de um arranjo simples ou com canal duplo.

O arranjo simples no caso das excitatrizes estáticas está mostrado na Figura 3.2.

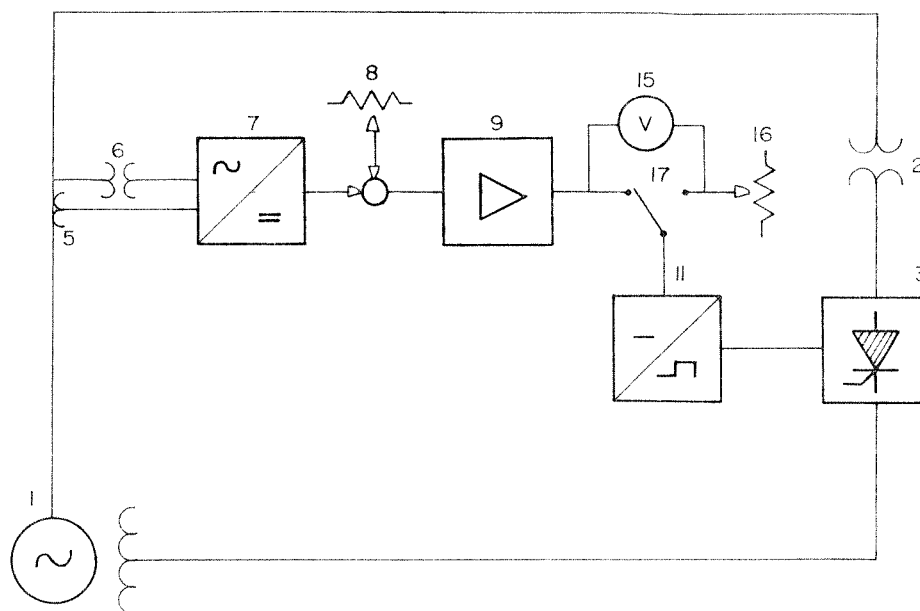


Figura 3.2 - Excitatriz estática com controle manual

O sistema de controle manual (potenciômetro 16) atua antes do circuito de controle de disparo 11. Com isto o estágio de potência é utilizado para os sistemas de controle manual e automático.

A chave 17 permite conectar a entrada do circuito de disparo 11 ao controlador 9 ou ao potenciômetro 16. De modo a se obter uma comutação suave do controle automático para o manual e vice-versa, o voltímetro diferencial 15 deve ser zerado por meio do potenciômetro 8 ou 16.

Este tipo de controle manual só satisfaz se o circuito de disparo é auto-regulado, ou seja, se a tensão de saída do

conversor independe da tensão terminal da unidade geradora (considerando pequenas variações), ou seja, o ângulo de disparo deve variar em função da amplitude do sinal de sincronização (Capítulo 5) anulando o efeito de realimentação positiva inerente aos sistemas auto excitados. Na prática isto é relativamente simples de ser obtido empregando-se o método de controle de disparo de cruzamento por cosseno, conforme será visto no Capítulo 5.

O arranjo de canal duplo mostrado na Figura 3.3 é utilizado para grandes e importantes geradores a fim de se obter maior confiabilidade. Neste caso são utilizados dois circuitos de disparo, 11a e 11b, permitindo redundância em caso de defeito no canal automático.

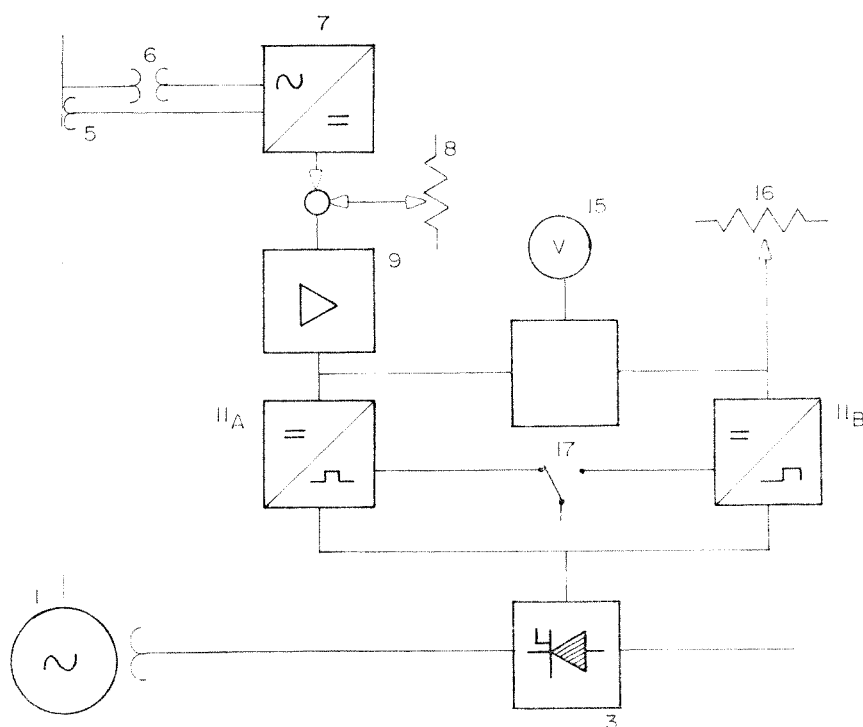


Figura 3.3 - Arranjo de controle manual com canal duplo