

Protecção de grupos electrogénios contra curtos circuitos

CARLOS F. R. LEMOS ANTUNES

Professor Doutor

Gabinete de Investigação e Desenvolvimento (FRAPIL — Aveiro)

resumo

Os avanços recentes da tecnologia eléctrica permitem reduzir o custo por kVA das máquinas eléctricas, com a diminuição do material activo utilizado, nomeadamente ferro e cobre. Como consequência directa as correntes de curto-circuito foram reduzidas para valores mais baixos tornando a selecção de equipamentos de protecção contra curtos circuitos bastante mais crítica e difícil.

O artigo apresenta os aspectos mais relevantes do curto-circuito de alternadores sugerindo um critério prático de selecção para uma escolha adequada de equipamentos de protecção para alternadores quando inseridos em grupos electrogénios.

1. Introdução

Os problemas relacionados com a protecção de grupos electrogénios são diferentes daqueles encontrados quando se projectam dispositivos para protecção de instalações eléctricas normais, onde a principal consideração é a obtenção de um dispositivo que tenha poder de corte suficiente para eliminar os elevados valores de potencial que surgem nas instalações na situação de curto-circuito.

A corrente de curto-circuito que circula nessas condições depende da impedância interna do alternador e do sistema de excitação assim como da impedância da rede entre o grupo electrogénio e o local onde surge o defeito. A sua amplitude depende do valor da

abstract

The recent developments in electrical technology allowed a reduction of cost per kVA of electrical machines from the reduction for a given kVA output of the active material used i.e. iron and copper. As a direct consequence short circuit currents were reduced to lower levels thus implying a more critical and difficult selection of protection equipment.

The article presents in review the relevant aspects of the short circuit in alternators suggesting a suitable criterion for selection of protective equipment for generators when inserted in generating sets.

tensão no instante em que se dá o curto-circuito, variando entre um valor máximo, correspondente a um curto-circuito assimétrico e um valor mínimo referente a um curto-circuito simétrico. Valores da corrente de curto-circuito inicial de 6 a 7 vezes a corrente nominal, são frequentes.

A título de exemplo indica-se na figura 1 o aspecto da curva de curto-circuito trifásico instantâneo de um alternador de 60 kVA de campo girante, sem escovas (Gama B — fabrico FRAPIL).

Enquanto que o valor inicial da corrente de curto-circuito depende exclusivamente do próprio alternador, a sua evolução é no entanto função do sistema de excitação utilizado. Na figura 2 indicam-se curvas típicas de correntes de curto-circuito de alternadores auto-excitados e alternadores com excitação separada.

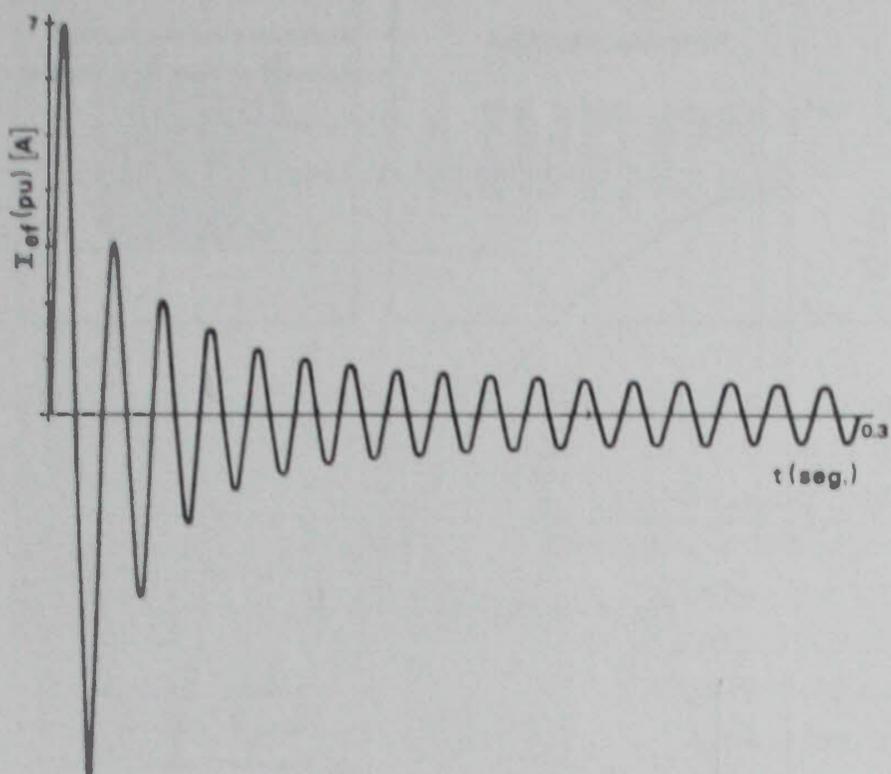


Fig. 1 — Curtocircuito trifásico instantâneo típico

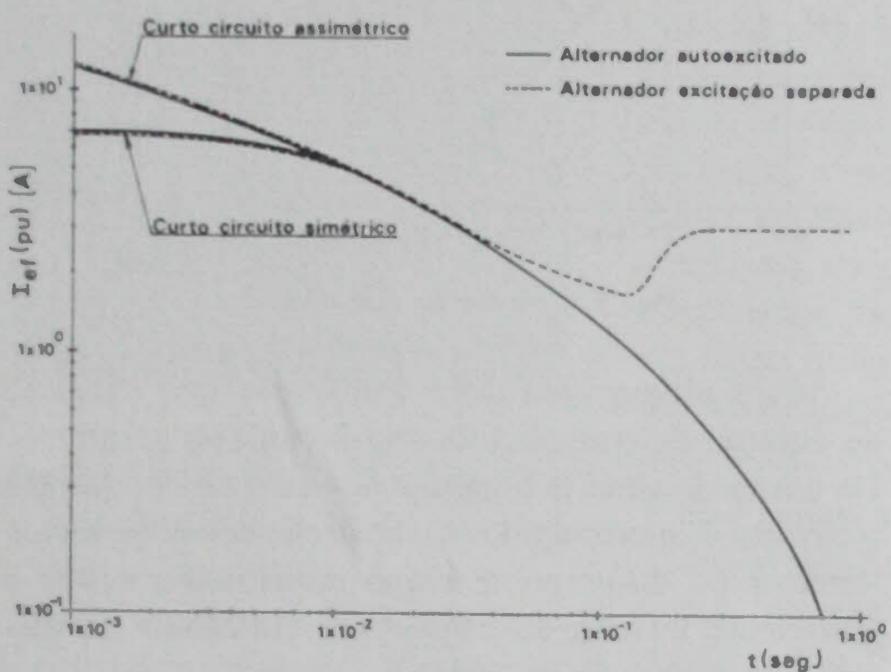


Fig. 2 — Características típicas da corrente de curto-circuito de alternadores

2. Insuficiência eventual da corrente de curto-circuito

2.1. Alternadores autoexcitados

O andamento da característica de curto-circuito de um alternador autoexcitado é facilmente justificável, já que, derivando a corrente da excitação da própria saída, havendo um curto-circuito a tensão nos seus terminais forçosamente terá de cair para valores muito baixos.

Valores típicos desta evolução indicam que em 0,1 segundo a corrente cai para valores próximos de 2 vezes a corrente nominal. Os geradores autoexcitados não são portanto capazes de manter uma corrente de curto-circuito, não precisando, por esse motivo, de qualquer equipamento especial de protecção. Porém,

apesar desta característica autoprotectora, é óbvio que interessa proteger a instalação eléctrica ligada ao grupo electrogénico desligando o alternador do circuito em defeito. Tal situação assume especial importância quando o defeito surge a alguma distância do grupo, pois, havendo uma impedância suficiente no circuito de ligação, a tensão não desaparece totalmente no sistema da excitação do alternador, que estabilizará num valor de potência de saída que pode ser suficiente para manter um arco na zona de defeito, mas insuficiente para fazer actuar a respectiva protecção. Portanto, e embora o alternador se autoproteja contra curto-circuitos, o mesmo não se poderá dizer em relação a eventuais sobrecargas na instalação, devidas a curto-circuitos afastados do grupo.

Como consequência da característica autoprotectora da corrente de curto-circuito de um alternador autoexcitado, a selectividade das protecções pode ficar também eventualmente comprometida.

Daí o interesse em proteger devidamente o alternador autoexcitado e consequentemente a rede de distribuição contra defeitos provocados por curto-circuitos.

2.2. Alternadores com excitação separada

O andamento inicial da característica de curto-circuito dos alternadores com excitação separada ou com equipamento especial de excitação é sensivelmente semelhante à dos alternadores autoexcitados, tendendo para um valor final diferente de zero, que é mantido pelo gerador (fig. 2).

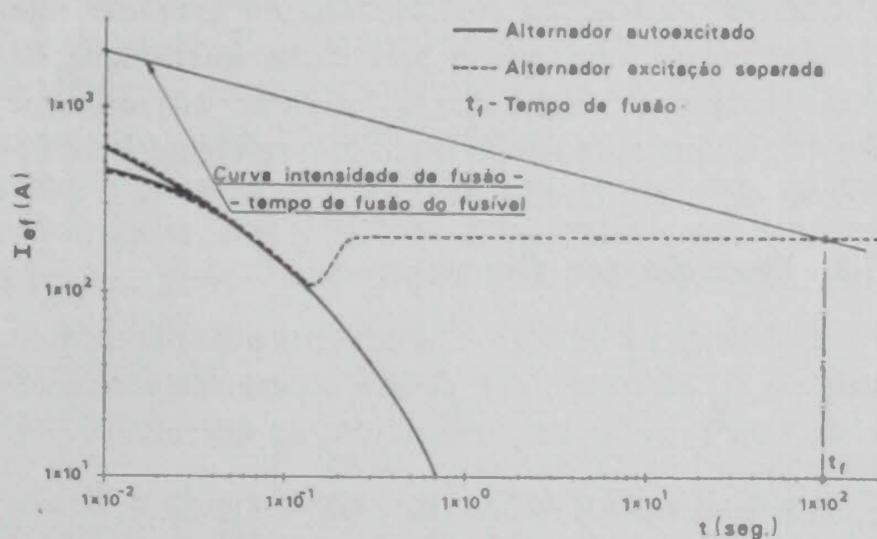


Fig. 3 — Protecção por fusíveis

O caso mais desfavorável é aquele em que o curto-circuito surge perto do alternador, onde, a manter-se, causaria danos irreparáveis na máquina, devido essencialmente ao sobreaquecimento, levando à destruição dos isolantes e eventualmente do enrolamento. Não possuindo uma característica de curto-circuito autoprotectora, estas máquinas necessitam de equipamento de

protecção. Deve porém referir-se que, apesar da característica não autoprotectora da corrente de curto-circuito, a selectividade das protecções utilizadas ficará mais garantida do que com o alternador autoexcitado.

3. Protecção de alternadores

As protecções são conseguidas com disjuntores incorporando dispositivos térmicos e magnéticos ou fusíveis que deverão actuar num tempo suficientemente curto para evitar danos irreparáveis nos enrolamentos da máquina.

Do ponto de vista prático considera-se 10 segundos o tempo máximo admissível de manutenção de um curto-circuito.

3.1. Protecção por fusíveis

É de enorme importância o conhecimento da função intensidade de fusão/tempo de fusão do fusível a eleger cuja curva deverá intersectar a da característica da corrente de curto-circuito da máquina.

De um modo geral e no caso do alternador autoexcitado, o fusível necessitará, para fundir, de uma corrente maior da que aquele pode fornecer nunca intersectando a característica da corrente de curto-circuito da máquina. O alternador não ficará portanto protegido (fig. 3).

No caso do alternador de excitação separada, a mesma conclusão pode ser apresentada, embora com justificação diferente. De facto, e embora a característica da corrente de curto-circuito da máquina seja eventualmente intersectada pela curva intensidade de fusão/tempo de fusão do fusível, este acabará por fundir, só que num tempo proibitivo referente à manutenção do curto-circuito (fig. 3).

3.2. Protecção por disjuntores

É essencial conhecer a característica combinada de disparo do disjuntor, que deverá intersectar a característica da corrente de curto-circuito do alternador.

Se o alternador for do tipo autoexcitado o disjuntor só protege o alternador desde que a corrente inicial de curto circuito seja suficiente para fazer funcionar o dispositivo de protecção magnético do disjuntor (fig. 4).

No caso do alternador com excitação separada, o disjuntor protege o alternador na parte magnética da curva de disparo tal como anteriormente ou eventualmente na parte térmica da respectiva curva de disparo (fig. 5).

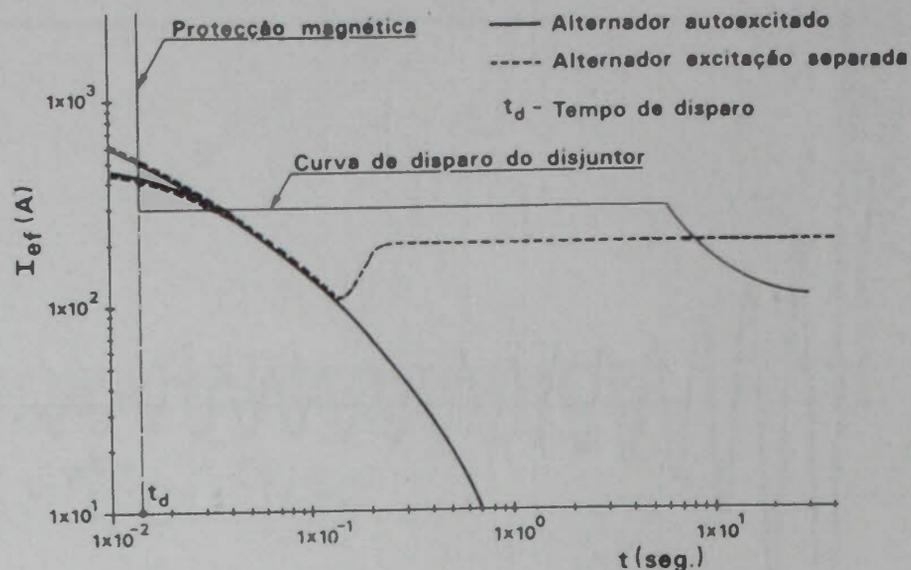


Fig. 4 — Protecção por disjuntor

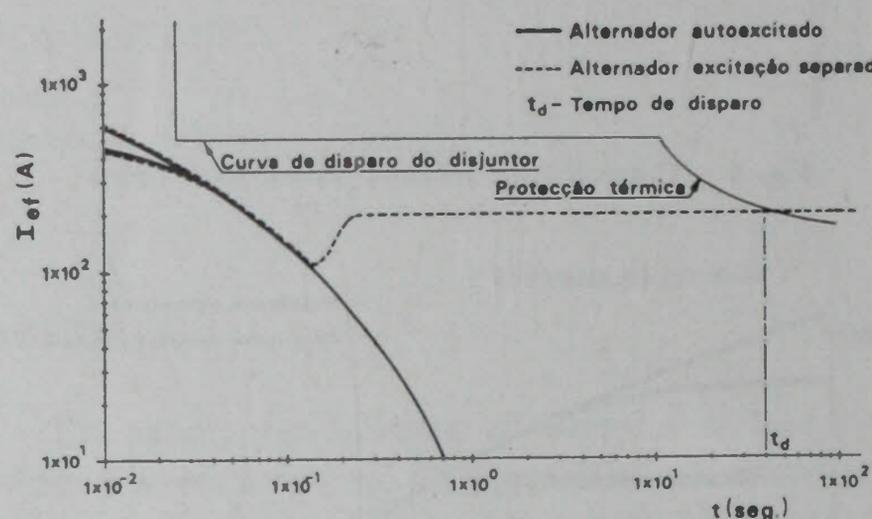


Fig. 5 — Protecção por disjuntor

Neste último caso deve verificar-se que o tempo de duração de curto-circuito seja inferior ao permitido. De um modo geral e do ponto de vista prático, quando o circuito é interrompido por actuação dos dispositivos térmicos do disjuntor, o tempo de actuação destes é geralmente inferior ao conseguido utilizando fusíveis como aparelhos de protecção.

4. Conclusão

Pelo que atrás se expôs pode concluir-se que a protecção dos alternadores por fusíveis ou é impossível ou ineficaz, não se recomendando portanto a sua utilização.

A protecção por disjuntores é por seu lado altamente recomendável. Sugere-se um critério prático de selecção do disjuntor de protecção para grupos electrogéneos contendo alternadores autoexcitados ou de excitação separada, baseada numa corrente de funcionamento I_f e num tempo de interrupção do defeito. Assim, a corrente I_f deverá ser tal que $2I_n < I_f < 3I_n$ devendo o disjuntor cortar o defeito após 0,1 segundo da ocorrência do mesmo, o que na pior situação (caso dos alternadores autoexcitados) corresponde à altura em que há ainda corrente suficiente para fazer actuar o respectivo dispositivo de protecção.