



"Disparador estático com cadeia de tratamento numérico em paralelo com uma cadeia de tratamento analógico para disjuntor"

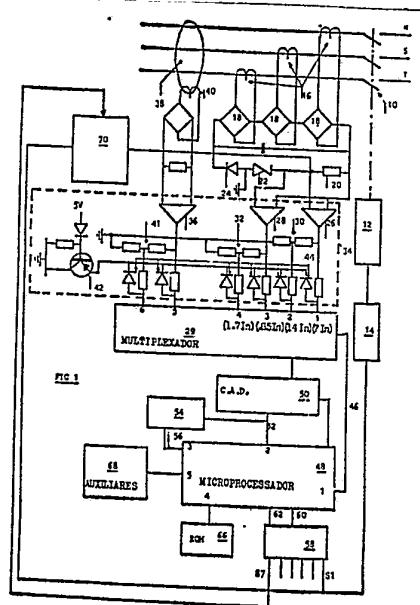
para que

MERLIN GERIN, pretende obter privilégio de invenção em Portugal.

R E S U M O

O presente invento refere-se a um disparador estático no qual a cadeia (29, 50, 48) de tratamento numérico de sinais emitidos por captadores de corrente (16), assegura as funções de disparo retardamento longo, retardamento curto e instantâneo e produz uma ordem de disparo para um relé (14). Uma cadeia (70) de tratamento analógico está ligada em paralelo com a cadeia de tratamento numérico para transmitir ao relé (14) uma ordem de disparo instantâneo. Durante um funcionamento da cadeia de tratamento numérico, o limite de intervenção da cadeia analógica é superior ao limite de intervenção de disparo instantâneo numérico e este limite é reduzido a um valor inferior ou igual, se a cadeia numérica estiver inactiva.

O disparador é aplicável a disjuntores de protecção de circuitos eléctricos.





-2-

DESCRIÇÃO DO INVENTO

Este invento refere-se a um disparador estático numérico para um disjuntor eléctrico, compreendendo:

- captores de corrente que elaboram sinais analógicos proporcionais às correntes que percorrem os condutores protegidos pelo disjuntor,

- circuitos rectificadores para rectificar os ditos sinais e produzir um sinal contínuo analógico representativo do valor máximo das ditas correntes,

- conversor analógico/digital tendo uma entrada que recebe o dito sinal analógico e uma saída entregando um sinal numerado amostrado correspondente,

- um conjunto de tratamento numérico com microprocessador ao qual é aplicado o sinal numerado para assegurar uma função de disparo de retardamento longo e uma função de disparo de retardamento curto e que elabora uma ordem de disparo do disjuntor, para uma ultrapassagem dos limites predeterminados, sendo a dita ordem temporizada em função do valor do sinal,

- e um meio de disparo do disjuntor activado pela dita ordem de disparo.

As vantagens dos disparadores estáticos numéricos com microprocessadores são bem conhecidas, em especial a quantidade importante de funções e de regulações possíveis. A duração do tratamento numérico é maior que a do tratamento analógico e no caso de um curto-circuito forte este retardamento pode ser prejudicial ao disjuntor. Quando do arranque, especialmente do fecho do disjuntor, o dispositivo torna-se operacional depois de um certo tempo, não desprezável e em caso de fecho sobre defeito a instalação e o disjuntor são mal protegidos.

O presente invento tem por objectivo realizar um disparador numérico que apresente as vantagens dos sistemas analógicos.

O disparador segundo o invento é caracterizado por o dito sinal analógico ser aplicado paralelamente ao conjunto de tratamento numérico e ao conjunto de tratamento analógico, apro



-3-

priado para emitir uma ordem de disparo imediata quando for ultrapassado um limite, sendo a dita ordem transmitida ao dito meio de disparo.

O sistema analógico utiliza os captores e o relé de disparo do disparador numérico, sendo apenas a cadeia de tratamento numérico ligada em paralelo pela cadeia de tratamento analógico, sendo esta última activa para certos disparos instantâneos. Este desdobramento constitui um factor de segurança e de fiabilidade do disparador.

De acordo com um aperfeiçoamento do invento, o limite de intervenção do sistema analógico é baixado durante o período de arranque, de modo a substituir-se ao tratamento numérico para a função de disparo instantâneo. Assegura-se assim, simultaneamente, a protecção da instalação e do disjuntor.

Outras vantagens e características ressaltam mais claramente da descrição que vai seguir-se de um modo de funcionamento do invento, dado a título de exemplo não limitativo e representado nos desenhos anexos, nos quais

- A Figura 1 é um esquema de blocos do disparador de acordo com o invento,
- A Figura 2 mostra a face da frente do disparador com os meios de regulação e de sinalização,
- As Figuras 3 e 4 representam as curvas de disparo de duas versões do disparador de acordo com o invento,
- A Figura 5 é o organigrama da função de mudança de calibre,
- A Figura 6 mostra a variação dos sinais tratados pelo microprocessador para as funções com tempo inverso,
- A Figura 7 é o organigrama da função de bloqueio para o último pico,



- A Figura 8 é o organigrama da função de retardamento longo com tempo inverso,
- A Figura 9 é o organigrama da função de retardamento curto com tempo inverso,
- A Figura 10 é o organigrama da função geral de disparo,
- A Figura 11 é o esquema de detalhe da cadeia de tratamento analógico.

Estrutura geral

Na Figura 1, uma rede de distribuição eléctrica com três ou quatro condutores RSTN para a alimentação de uma carga (não representada) comporta um disjuntor 10 susceptível de interromper o circuito em posição de abertura. O mecanismo 12 do disjuntor 10 é pilotado por um relé 14 polarizado, de comando de disparo do disjuntor em caso de sobrecarga, de curto-circuito ou de defeito à terra. A cada condutor de fase RST está associado um transformador de corrente 16, que entrega um sinal proporcional à corrente que percorre o condutor associado, sendo o sinal aplicado a uma ponte rectificadora 18, com dupla alternância. As saídas das três pontes rectificadoras 18 são ligadas em série num circuito, que compreende em série uma resistência 20, um diodo Zener 22 e um diodo 24 para fazer aparecer nos terminais da resistência 20 um sinal de tensão, proporcional ao valor máximo da corrente que percorre os condutores RST e nos terminais dos diodos 22, 24 uma tensão de alimentação dos circuitos electrónicos. O sinal de tensão é aplicado às entradas de dois amplificadores 26, 28 de ganhos diferentes e a saída de cada amplificador 26, 28 é ligada por um lado a uma entrada 1, 3 de um multiplexador 29 e por outro lado a uma ponte divisora 30, 32 em que o ponto médio está ligado a uma entrada 2, 4 do multiplexador 29. O conjunto de amplificadores 26, 28 e as pontes divisoras de tensão 30, 32 pertencem a um circuito de calibragem 34 do sinal de tensão, descrito em pormenor mais abaixo



e referido com traço descontínuo na Figura 1.

O circuito de calibragem 34 inclui um terceiro amplificador 36, que recebe um sinal elaborado pelo transformador so mador 38, em que os enrolamentos primários são constituídos pelos condutores RSTN que atravessam um toro onde está montado um enrolamento secundário 40 que produz um sinal em caso de defeito à terra. A saída do amplificador 36, está ligada à entrada 5 do multiplexador 29 e a uma ponte divisora 41, em que o ponto médio está ligado à entrada 6 do multiplexador 29. As entradas 1 a 6 estão ligadas em paralelo pelos diodos 44 ao emissor de um transistor 42 em que o colector é ligado à massa e em que a base é polarizada por uma tensão predeterminada, por exemplo 5 volts, correspondente ao valor máximo aplicável ao multiplexador 29. É fácil de ver que o multiplexador 29 recebe sinais representativos da corrente de fase sobre as quatro entradas 1 a 4 e sinais representativos da corrente de terra sobre as duas entra das 5, 6. Os sinais, especialmente os de defeito à terra, podem, bem entendido, ser elaborados de um modo diferente, por exemplo a partir dos sinais entregues pelos transformadores de corrente 16.

Se o multiplexador 29, por exemplo um multiplexador ADC0808 da Sociedade Nacional de Semicondutores é pilotado pela linha de endereço e de controlo 46 ligada às saídas 1 do microprocessador 48. Em função do endereço fornecido pelo microprocessador 48 o sinal de uma das entradas 1 a 6 do multiplexador 29 é transmitido pela saída 5 do multiplexador 29 para um conversor analógico/digital 50 com 8 bits. Um circuito de distribuição (bus) 52 liga a saída do conversor analógico/digital 50 a uma entrada, saída 2 do microprocessador 48. Um bloco 54 com oito comutadores 72-86 multiplexados está ligado ao microprocessador 48, por um lado por uma ligação ao circuito de distribuição (bus) 52 e por outro lado em 3 por uma ligação de endereço 56. Cada comutador 72-86 apresenta oito posições distintas de regulação dos parâmetros de disparo, descritas seguidamente.



Um registo 58 de saída está ligado ao microprocessador 48 por uma ligação 60 com 6 bits e uma ligação 62 com 1 bit para uma transmissão em 7 vias de saídas S1 a S7 das ordens de comando e de sinalização. A saída S1 é ligada ao relé 14 para comandar o disparo do disjuntor 10, enquanto que as saídas S2 a S6 são ligadas a meios de afixação de um painel de comando 64, montado sobre a face frontal do disjuntor, especialmente do bloco disparador contendo o conjunto dos circuitos e componentes de comando de disparo com defeito. A saída S7 está ligada a um comando de disparo analógico descrito abaixo.

Uma memória fixa ROM 66 não volátil está ligada a uma ligação 4 do microprocessador 48 para lhe fornecer o programa de execução bem como os dados permanentes arrumados sob a forma de quadros. O programa registado corresponde às funções executadas pelo disparador. Um mesmo disparador pode ser concebido para várias gamas de funções e a cada gama corresponde, bem entendido, um programa particular. O programa escolhido pode ser registado na memória ROM durante a fabricação ou de acordo com um modo de realização preferido, os diferentes programas são registados em memórias diferentes, sendo o disparador personalizado, pela escolha da memória apropriada, durante a montagem. Os serviços auxiliares, agrupados no bloco 68 ligado a uma entrada 5 do microprocessador 48, compreendem os circuitos necessários ao funcionamento do microprocessador, em especial o relógio para o sequenciamento do desenrolamento das instruções, os circuitos de iniciação e análogos.

O microprocessador é, por exemplo, o modelo MC 146805 comercializado pela sociedade Motorola que contém as fontes normais, tais como a unidade de tratamento, os interfaces (interligações), as memórias temporárias (voláteis) RAM, a unidade de cálculo.

Ao comando numérico de disparo descrito acima está associado um bloco 70 de disparo instantâneo convencional, que recebe o sinal analógico de fase à saída das pontes rectificadoras



-7-

18. O bloco 70 compara este sinal a um valor de limite predefinido, para emitir uma ordem de disparo transmitida ao relé 14 durante a passagem do limite da maneira descrita abaixo em detalhe. O bloco 70 assegura uma rapidez de disparo superior à do disparador numérico.

Convém notar que a Figura 1 e a descrição correspondente contêm os elementos essenciais ao funcionamento do disparador os elementos acessórios das partes analógica e numérica, tais como as alimentações, as resistências e condensadores de polarização, os registadores e memórias dos sinais fugitivos tendo sido omitidos para não sobrecarregar inutilmente a descrição.

Características de disparo

O painel 64 de comando comporta oito comutadores 72-86 que são os oito comutadores do bloco 54 ilustrado na Figura 1. Cada comutador tem oito posições e coopera com uma rede resistiva para seleccionar um dos oito valores distintos, transmitidos ao microprocessador 48 durante a interrogação do bloco 54. O painel 64 apresenta ainda cinco diodos electroluminescentes ou sinalizadores 90-98 e um ligador 88 de um bloco de ensaio.

O disparador de acordo com o invento pode ser utilizado em dois tipos de função, uma função de protecção para defeito de fase e de terra e uma função de protecção para defeito de fase e uma função de retirar carga.

1) Protecção de terra

A Figura 3 mostra, em escala logarítmica, as curvas de disparo da protecção de fase e de terra.

O limite de retardamento longo ILR, isto é, a intensidade da corrente além da qual o ciclo de disparo com retardamento longo é excitado, é regulável pelo comutador 80. O tempo de pois do qual o disjuntor dispara é função da intensidade da corrente, sendo a relação com tempo inverso $I^2 t = T1 = \text{constante}$,



que em coordenadas logarítmicas se traduz pelo segmento de recta inclinado 100. A temporização de retardamento longo pode ser regulada pelo comutador 78 que modifica a constante T_1 .

Se a intensidade de corrente passa além de um segundo limite, na ocorrência o limite de retardamento curto, ICR, o disparador começa um ciclo de disparo de retardamento curto que precede o disparo de retardamento longo. A curva representativa do disparo de retardamento curto compreende dois segmentos sucessivos, o segmento 102 com tempo inverso, representado pela relação $I^2 t = T_2$, e o segmento 104 com tempo constante T_3 . O comutador 84 realiza a regulação do limite de retardamento curto ICR e o comutador 82 o da temporização constante de retardamento curto T_3 . A passagem da característica de tempo constante para a de tempo inversos é fixada para um valor constante de corrente.

Um terceiro limite IIN, superior ao limite ICR e regulável pelo comutador 86, provoca o ciclo de disparo instantâneo, em que a temporização T_4 corresponde ao tempo de resposta do disparador que não é regulável.

Acima de um quarto limite IR intervém em funcionamento normal o disparador instantâneo analógico 70 para uma abertura ultra rápida do disjuntor 10.

Na Figura 3 aparece também um limite de sobrecarga I_s , de abcissa ligeiramente inferior à do limite de retardamento longo ILR, cuja ultrapassagem assinala a proximidade do limite de retardamento longo e o risco de um disparo. O comutador 76 regula o limite de sobrecarga I_s . O sinal de ultrapassagem do limite pode ser utilizado para um comando de retirar carga simplificado, na ocorrência de corte de um circuito não prioritário. Desde que a corrente volte a ser inferior ao limite I_s , a saída é desactivada e o circuito retirado é religado.

A curva representativa da protecção de terra compreende um limite de protecção de terra IP e uma temporização T_5 com tempo constante. O limite IP é regulável pelo comutador 74 e a temporização T_5 pelo comutador 72.



O estado do disparador num instante dado é visualizado no painel 64 pelos diodos electroluminescentes ou sinalizadores 90-98 representados nas curvas da Figura 3. O sinalizador 90 representado por um círculo cheio sobre o limite de protecção de terra IP, acende-se ao disparo do disjuntor 10 para um defeito de terra. Mantém-se aceso até ao momento de uma intervenção externa, por exemplo de rearmamento. O sinalizador 92, representado por quatro sectores circulares alternadamente pretos e brancos, ilumina-se durante a ultrapassagem do limite de sobrecarga I_s e apaga-se automaticamente logo que a corrente se torna inferior à do limite. A ultrapassagem do limite de retardamento longo ILR é sinalizado pelo sinalizador 94, que se apaga se o valor da corrente diminui abaixo do limite antes do fim da temporização. Um disparo de sobrecarga, comandado pelo circuito de retardamento longo, é sinalizado pelo sinalizador 96 ao passo que um disparo de retardamento curto e instantâneo provoca o acendimento do sinalizador 98. A extinção dos sinalizadores 96, 98 necessita de uma acção externa. Estas técnicas de regulação e de visualização são bem conhecidas dos especialistas, sendo inútil descrevê-las em pormenor. A precisão da regulação pode ser aumentada pelo emprego de comutadores 72-86 tendo um número maior de posições ou segundo um modo preferencial por uma combinação de dois meios de regulação, mais particularmente do comutador 76 e de outros comutadores de regulação. Uma tal combinação dá 64 pontos de regulação, jogando o comutador 76 uma dupla função tornada possível por um afastamento suficiente entre os limites I_s e ILR. É concebível juntar comutadores independentes para realizar este tipo de combinações.

2) Retirada de carga

O mesmo aparelho é utilizável para uma outra versão de protecção, ilustrada pelas curvas da Figura 4. Nesta versão a curva de disparo de protecção de fase é idêntica à da ilustrada pela Figura 3, mas a protecção de terra não está assegurada. Os comutadores 72, 74 e os sinalizadores 90, 92 associados a esta função estão disponíveis e o raciocínio lógico é modificado



para assegurar uma função de retirar carga ilustrada pelas curvas 106, 108. O limite de retirada de carga IDE, inferior ao limite de retardamento longo ILR, é regulável pelo comutador 72, o sinalizador 90 assinala uma operação de retirar carga. O limite de pôr em carga IRE, diferente e inferior ao limite de retirada de carga IDE, é regulável pelo comutador 74 e sinaliza do pelo sinalizador 92. A curva de retirar carga 106 é de tempo inverso paralela à curva 100 de protecção com retardamento longo, ao passo que a curva 108 de pôr em carga é de tempo constante. As regulações devem sempre assegurar uma retirada de carga antes de um disparo com retardamento longo.

Circuito de calibragem

As diferentes protecções e funções do disparador necessitam de uma medida de corrente com uma grande dinâmica. Globalizando chega-se a uma dinâmica de 0,4 In (sendo In a corrente nominal) para o limite de retardamento longo mais baixo e de 12 In para o limite de disparo instantâneo mais elevado, ou seja uma relação de 30. Para obter uma precisão suficiente, por exemplo uma precisão de 1% é preciso que o número que representa 0,4 In tenha pelo menos o valor 100, o que equivale a um valor de 3000 para a intensidade máxima de 12 In. O número 3000 necessita de uma codificação com 12 bits, mas um conversor analógico/digital com 12 bits é lento e caro.

O circuito de calibragem 34 de acordo com o invento adapta a dinâmica da cadeia analógica à do conversor analógico/digital 50 com 8 bits respeitando totalmente a precisão de 1%. Para este feito, o ganho de amplificador 26 é escolhido para transformar um sinal analógico, correspondente a uma corrente máxima de 14 In, aplicada à sua entrada num sinal máximo, por exemplo de 5 volts que aparece na via 2 de entrada do multiplexador 29 que será numerado pelo valor 256 à saída do conversor analógico/digital 50. A ponte divisora 30, com uma relação de 2, aplica na via 1 um sinal duplo e o valor máximo de 5 volts não é ultrapassado enquanto o sinal analógico à entrada do am-



-11-

plificador 26 se mantiver inferior a 7 In. De um modo análogo, o amplificador 28 aplica à entrada 4 do multiplexador 29 um sinal máximo para um valor de 1,7 In da corrente e à entrada 3 um sinal máximo para um valor de 0,85 In. É fácil de ver que a relação dos ganhos dos amplificadores 26, 28 é de 8. O microprocessador 48 selecciona uma das vias 1 a 4 em função do valor de corrente, na ocorrência a via 2 para uma corrente compreendida entre 7 e 14 In, a via 1 para uma corrente compreendida entre 1,7 e 7 In, a via 4 para uma corrente compreendida entre 0,85 e 1,7 In, e a via 3 para uma corrente inferior a 0,85 In. O microprocessador 48 multiplica a numeração por um factor que tem em conta a via seleccionada, para restabelecer a grandeza inicial do sinal.

O funcionamento deste circuito de calibragem ressalta do organigrama ilustrado pela Figura 5:

O microprocessador 48 activa a via 2 (14 In) e numera o sinal correspondente. Se o resultado é superior a 128 a numeração é multiplicada por 16 e arrumada numa memória temporária RAM. Se o resultado é inferior a 128, a numeração é efectuada sobre a via 1 (7 In) e quando o resultado é superior a 64 multiplica-se a numeração por 8 e regista-se o resultado na memória. Quando o resultado é inferior a 64 numera-se na via 4 (1,7 In) e se a numeração é superior a 128 multiplica-se por 2 antes de a arrumar na memória. Para um resultado inferior a 128 a numeração é efectuada na via 3 (0,85 In) e o resultado arrumado directamente na memória. A dinâmica do conversor analógico/digital 50 com 8 bits é deste modo adaptada à gama de variação das correntes de 0,4 In a 12 In assegurando uma precisão suficiente. É de notar que o número de vias e por consequência o número de calibres pode ser aumentado para uma precisão ou uma amplitude de variação superior ou, inversamente o número de vias pode ser diminuído no caso contrário.

Referindo a Fig. 1, vê-se que o sinal de defeito de terra é susceptível de ser aplicável às duas vias 5 e 6 somente. A dinâmica deste sinal é inferior à do defeito de fase e os dois



calibres são suficientes. A selecção das duas vias 5, 6, pelo microprocessador 48 efectua-se do modo descrito acima, que não interessa repetir.

O emprego, de acordo com o invento, do multiplexador 29 e do circuito de calibragem 34 realiza, de um modo simples a adaptação das dinâmicas da cadeia analógica e da cadeia numérica.

Amostragem, bloqueio no último pico

A passagem da cadeia analógica para a cadeia numérica traduz-se por uma amostragem dos sinais tratados. O valor do sinal numérico mantém-se constante durante a amostragem e a duração é determinada pelo período de amostragem fixado pelo microprocessador 48. Esta duração, por exemplo de 1,84 milisegundos, deve ser comparada à duração de 10 milisegundos de uma alternância do sinal alternativo e é claro que o erro introduzido pela amostragem não é desprezável. O cronograma de acordo com a Figura 6a mostra por um lado a curva de variação 110 de um sinal analógico rectificado em dupla alternância em função do tempo e, por outro lado, a curva 112 do valor amostrado correspondente disponível à saída do conversor analógico/digital 50. Estas curvas 110, 112 fazem ressaltar o erro precitado em especial sobre o valor de pico dos sinais, que pode atingir 10%. A importância deste valor de pico, que determina o disparo e a temporização ao disparo, ressaltava do exposto anteriormente. O erro na medida do valor de pico repercute-se sobre a temporização de disparo e esta imprecisão é particularmente prejudicial à selectividade do disparo. Sabe-se que numa rede de distribuição eléctrica vários disjuntores estão ligados em série, estando as características de disparo destes disjuntores escalonadas de modo a assegurar uma selectividade de disparo, apenas se abrindo o disjuntor directamente a montante do defeito para eliminar esse defeito, mantendo-se os outros disjuntores fechados para alimentar os ramais sãos da rede. A selectividade cronométrica é realizada quando o tempo de não disparo do disjuntor a montante é superior ao tempo de disparo, isto é ao tempo total de corte



do disjuntor a jusante. As curvas de disparo e de não disparo, do tipo ilustrado pelas Figuras 3 e 4, dos disjuntores em série, devem ser suficientemente intercalados para evitar qualquer intersecção destas curvas. O especialista conhece bem estes problemas de selectividade e do interesse de uma separação o mais fraca possível entre os tempos de disparo e de não disparo para interromper o mais rapidamente possível a corrente de defeito mantendo a alimentação das partes sãs da instalação.

De acordo com o invento, a precisão do valor de pico amostrado é aumentada bloqueando e memorizando o último pico e tratando este valor bloqueado no último pico para assegurar as funções de protecção.

Numa memória temporária RAM são memorizados os cinco valores representados pelas curvas das Figuras 6a, b, c, d, e na ocorrência:

MESURI que é a Medida (MESURE) da Intensidade da amostra tratada no instante t.

MESURI-1 que é a medida (MESURE) da Intensidade da amostra tratada no instante t1.

INTPHA que é o valor amostrado da Intensidade de fase (Phase) bloqueada no último pico.

DERCRE que é o valor do último (DERnière) pico CREte inferior ao valor INTPHA.

TEMPEC que é o TEMpo gasto (ECoulé) gerido em contagem inversa.

A Figura 7 representa o organigrama de tratamento:

No instante t1 o microprocessador 48 chama e trata o sinal amostrado de medida da intensidade MESURI dado pelo conversor analógico/digital 50 (Fig. 6a). Este sinal MESURI é comparado ao sinal INTPHA (Fig. 6d) de intensidade de fase memorizada, bloqueada no último pico. Se MESURI é superior a INTPHA o valor de pico é crescente e o valor DERCRE (Figura 6b), que representa o valor do último pico inferior ao sinal INTPHA, é reposto a zero.



O valor MESURI é registado na memória MESURI-1 (Figura 6c) bem como na memória INTPHA (Figura 6d). O valor TEMPEC (Figura 6e), que vai gerir a contagem inversa, é posto no máximo e o valor INTPHA é tratado pelo microprocessador 48 da maneira acima indicada para assegurar as funções de protecção.

Se a medida MESURI é inferior à intensidade INTPHA, por exemplo no instante t2 correspondente à fase descendente do sinal analógico, comparam-se as medidas MESURI e MESURI-1. No instante t2 a medida MESURI não é superior à MESURI-1 e introduz-se o valor MESURI na memória MESURI-1. Depois verifica-se se TEMPEC é igual a zero, o que não é o caso no instante t2 e reduz-se TEMPEC. A intensidade INTPHA é tratada para assegurar a função de protecção.

No instante t3 correspondente à fase ascendente da alternância seguinte, a medida MESURI é sempre inferior à intensidade INTPHA mas é superior à MESURI-1 (fase crescente). Compara-se a medida MESURI ao pico DERCARE e como MESURI é superior a DERCARE introduz-se o valor MESURI na memória antes de prosseguir o programa precitado de introdução do valor MESURI na memória MESURI-1 e as outras operações. No exemplo de acordo com a Figura 6, o valor de pico amostrado da segunda alternância é inferior à da primeira alternância e vê-se que o valor memorizado INTPHA retido para o tratamento é o valor de pico mais elevado. Na realidade as duas alternâncias do sinal analógico são idênticas, resultando a diferença de valores de pico amostrados pela amostragem. Por bloqueio, segundo o invento, no último pico, na ocorrência retendo o primeiro valor de pico mais elevado no lugar do segundo o erro é notavelmente reduzido. O valor do segundo pico é armazenado temporariamente na memória DERCARE.

No instante t4 da terceira alternância, MESURI ultrapassa de novo INTPHA e da maneira descrita para a primeira alternância DERCARE é levado a zero, substituindo MESURI o valor MESURI-1 e INTPHA na memória. TEMPEC é reposto ao valor máximo e o novo valor de pico amostrado INTPHA é bloqueado.



-15-

A amplitude das alternâncias 4 e 5 é inferior à da terceira alternância e a contagem inversa segue-se normalmente até ao instante t_5 de passagem a zero. Referindo o organigrama vê-se que se TEMPEC é igual a zero e que se DERCRE é diferente de zero, o que é o caso em t_5 , o valor DERCRE substitui na memória o valor INTPHA e DERCRE é colocado em zero.

É fácil de compreender que durante a contagem inversa, TEMPEC que é, por exemplo 22 milisegundos, o valor tratado, memorizado em INTPHA, corresponde ao valor amostrado bloqueado no último pico, sendo a contagem inversa recomeçada em cada nova passagem do valor de pico. Este valor bloqueado tem em conta pelo menos dois valores de pico para uma corrente alternada de 50 Hz em que a duração de cada alternância é de 10 milisegundos. Se durante os 22 milisegundos os valores de pico se mantêm inferiores ao valor de pico bloqueado INTPHA, este último é substituído pelo valor DERCRE que é o último valor de crista bloqueado inferior a INTPHA. Ao crescimento dos valores de pico o sinal tratado toma conta imediatamente deste aumento ao passo que na redução intervém uma temporização de 22 milisegundos. O bloqueio no último pico não tem qualquer influência sobre o disparo instantâneo, mas para o disparo de curto retardamento e longo retardamento permite uma redução do erro de amostragem. A temporização de 22 milisegundos pode provocar um disparo injustificado, mas a influência é fraca tendo em conta as temporizações da ordem do segundo de tais disparos. Os 22 milisegundos são um compromisso entre uma maior precisão sobre o valor de pico e uma diferença também mais pequena possível entre o tempo de disparo e o de não disparo. É claro que a temporização pode ser aumentada para incluir um maior número de alternâncias e aumentar deste modo a precisão, especialmente durante uma medida e de uma afixação do valor de pico independentemente do comando do disjuntor. O processo de bloqueio com o último pico foi descrito atrás para um defeito de fase, mas é utilizado com as mesmas vantagens para a protecção de terra.



Imagem térmica do disparo com retardamento longo

A função inversa $I^2t = \text{constante}$, representada pela recta 100 da Figura 3, de disparo com retardamento longo, equivale à da lâmina bimetálica de um disparador convencional que aquece quando a corrente é superior a um primeiro limite e arrefecer se a corrente for inferior a esse limite. De acordo com o invento, esta função inversa é realizada pelo cálculo de uma imagem térmica de um bimetálico representado por um valor numérico memorizado. Durante a fase de aquecimento este valor memorizado é incrementado por um factor predeterminado para traduzir o aquecimento, ao passo que este valor é reduzido durante uma fase de arrefecimento. O disparo aparece quando o valor memorizado ultrapassa o limite. Esta imagem térmica permite ter em conta o estado anterior e traduzir fielmente a temperatura da lâmina bimetálica ou do aparelho protegido pelo disjuntor.

A função inversa de retardamento longo é realizada pelo programa do microprocessador 48, ilustrado pela Fig. 8 e descrito abaixo. A intensidade INTPHA é o valor precitado da INTensidade de PHAse (fase) bloqueada no último pico. O microprocessador 48 compara o valor INTPHA ao limite ILR afixado pelo comutador 80. A intensidade INTPHA não é superior ao limite ILR o bit de sobrecarga, que alimenta o sinalizador 94, é ligado a zero, sendo deste modo apagado o sinalizador 94. Controla-se se um factor multiplicador MULRR (Multiplicateur Long Retard Refroidissement) (Multiplicador de arrefecimento de retardamento longo), armazenado na memória RAM é igual a zero. Se o não for o multiplicador MULRR é decrementado e bloqueia-se o programa. Se o multiplicador MULRR é igual a zero este multiplicador é iniciado com um número determinado pela posição do comutador 78 de temporização com retardamento longo e um valor TETALR (Tempe^rature TETA de um bimetálico simulado para a função de Long Retard) (temperatura TETA de um bimetálico simulado para a função de retardamento longo) registado na memória RAM, é multiplicado por um factor de redução representativo do arrefecimento da lâmina bimetálica equivalente, sendo o novo valor TETALR substituído



-17-

to do antigo na memória. Esta sequência corresponde a um arrefecimento da lâmina bimetálica.

Uma fase de aquecimento começa quando a intensidade INTPHA se torna superior ao limite ILR. De um modo análogo ao da fase de arrefecimento, verifica-se um factor multiplicador MULRE (Multiplicateur Long Retard Echauffement)(Multiplicador de aquecimento com retardamento longo) é igual a zero. Se não é, o multiplicador MULRE é reduzido e bloqueia-se o programa. Se o multiplicador MULRE é igual a zero o bit de sobrecarga passa para o valor 1, para iluminar o sinalizador 94 e o multiplicador MULRE é iniciado com um número determinado pelo comutador 78. Uma unidade aritmética e lógica do microprocessador 48 executa uma operação de elevar ao quadrado da corrente e o cálculo de um valor DTETAE (Delta TETA Echauffement) representativo do aquecimento, que se junta ao valor anterior TETALR memorizado para determinar a nova temperatura imagem. Se esta última é superior a um valor máximo TETAMAX o bit de disparo passa para 1 e provoca o disparo do disjuntor. Caso contrário bloqueia-se o programa.

O papel dos factores multiplicadores MULRR e MULRE é a regulação do ritmo de incrementação ou de redução da imagem térmica numerada. Vê-se que uma regulação dos multiplicadores no número três provoca uma operação, uma vez em três, que se traduz por uma temporização três vezes mais longa. Estes multiplicadores permitem uma escolha da curva de disparo de retardamento longo.

A função de tempo inverso de retardamento curto é realizada de um modo análogo pelo organigrama de acordo com a Figura 9. Se a intensidade INTPHA é inferior ao limite ICR, a temperatura de uma lâmina bimetálica simulada por uma função de retardamento curto TETACR é multiplicada por um factor de redução representativo do arrefecimento e o novo valor é introduzido na memória RAM. Se a intensidade INTPHA ultrapassa o limite ICR, verifica-se se o quadrado da corrente amostrada no último pico DTETACR, que corresponde a um aquecimento, é superior a um va-



lor máximo dado de topo BUTCR, correspondente à passagem do disparo em tempo inverso para o disparo em tempo constante da função com retardamento curto. Caso contrário o valor TETACR é substituído na memória pelo valor incrementado $TETACR + DTETACR$ e verifica-se se este novo valor TETACR ultrapassa o limite de disparo TETACRMAX. Quando há ultrapassagem é transmitida uma ordem de disparo ao relé 14 assegurando a protecção com retardamento curto em tempo inverso. Quando o aquecimento DTETACR é superior ao valor de topo BUTCR este último valor é substituído por DTETACR e adicionado ao valor TETACR do modo citado anteriormente para provocar um disparo ou não, segundo o novo valor TETACR que representa a temperatura simulada da lâmina bimetálica é superior ou não ao limite TETACRMAX.

Organização da lógica do processo

A Fig. 10 representa o programa principal do disparador de acordo com o invento. Depois das iniciações o microprocessador 48 adquire os parâmetros de regulação introduzidos pelos comutadores 72-86 do bloco 54. Depois ele lê o valor da corrente de fase e da corrente de terra fornecidas pelo multiplexador 29, sendo todos estes dados registados na memória RAM. O microprocessador 48 procede então à amostragem de bloqueio no último pico de corrente de fase e da corrente de terra do modo descrito atrás. Trata seguidamente a função instantânea verificando se a corrente de fase bloqueada no último pico ultrapassa o limite de disparo instantâneo IIN ou não. O programa é então dividido em dois ramos percorridos alternativamente, o primeiro consistindo no cálculo do quadrado da corrente necessária para a determinação da função em tempo inverso e o segundo no tratamento sucessivo da função de retardamento longo (LR), retardamento curto (CR) e protecção de terra. Esta separação dos tratamentos permite uma redução da duração do programa a um valor de 1,84 milisegundos. As instruções de sinalização e de disparo são emitidas e um novo ciclo é executado depois de uma espera de sincronização respeitante à duração do ciclo de 1,84 milisegundos.



Disparo instantâneo analógico

O funcionamento do disparador com tratamento numérico é imperfeito quando há um curto circuito importante e durante o período de arranque. O tratamento numérico é rápido mas não instantâneo e este atraso pode em certos casos ser a origem de destruição da instalação protegida e/ou do disjuntor. De acordo com o presente invento, a cadeia de tratamento numérico está em paralelo com uma cadeia de tratamento analógico para assegurar uma protecção instantânea adicional. O sinal rectificado, proporcional à corrente nos condutores RST é apresentado à saída das pontes rectificadoras 18, é tratado no bloco analógico 70, para elaborar uma ordem de disparo instantâneo transmitida ao relé 14 na ocasião de passagem além dos limites predeterminados. Referindo mais particularmente a Fig. 11, vê-se que o sinal aplicado à entrada do bloco 70 é amplificado num amplificador operacional 114 cuja saída é ligada à entrada de um comparador 116 cuja saída é ligada ao relé 14. A outra entrada do comparador 116 está ligada ao ponto 118 de uma ponte divisora com duas resistências 120 e 122 em série. Paralelamente à resistência 122 está ligado um circuito em paralelo, constituído por uma resistência 124 e um transistor 126 em série. O transistor 126 é comandado por uma ordem emitida pela saída S7 do registador 58 para interromper ou fechar o circuito de paralelismo. É fácil de ver que a ponte divisora 120, 122 e o circuito em paralelo 124, 126 determinam dois limites IR, IR1 diferentes de acordo com o bloqueio ou a condução do transistor 126, comparando o comparador 116 o sinal com estes limites para emitir a ordem de disparo na ocasião da ultrapassagem dos limites. Referindo a Fig. 3, vê-se que o limite IR é superior ao limite de disparo instantâneo numérico IIN, sendo o limite IR1 ligeiramente inferior ou igual ao limite IIN. O limite IR é seleccionado quando houver uma activação da saída S7, na ocorrência quando dum funcionamento da cadeia numérica de tratamento. Se a cadeia numérica não é activada o limite de intervenção da cadeia analógica é reduzido ao valor IR1.

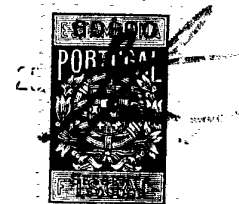


O disparador analógico instantâneo funciona do seguinte modo:

Em funcionamento normal o disparador analógico não intervém, sendo as sobrecargas e os curto-circuitos tratados pelo disparador numérico. O limite de funcionamento do disparador analógico é regulado com um valor IR e apenas um curto circuito de valor excepcional superior ao limite IR é tratado pelas duas cadeias, a cadeia analógica superando a cadeia numérica e comandando o disparo. Este disparo rápido assegura a protecção do disjuntor.

No período de arranque, especialmente quando do fecho do disjuntor, a cadeia numérica está inactiva durante um curto período de entrada em serviço e o limite do disparador analógico 70 é automaticamente reduzido ao valor IR1 pela ausência do sinal sobre a saída S7. Em caso de curto-circuito, em especial quando do fecho sobre defeito, o disparador analógico intervém nas ultrapassagens do limite IR1 protegendo ao mesmo tempo o disjuntor e a instalação. A cadeia analógica substitui a cadeia numérica no caso de um defeito e aumenta a fiabilidade do disparador sem complicação notável. Note-se que a mudança de limite do disparador analógico pode ser realizada de uma maneira diferente.

O disparador de acordo com o invento alia as vantagens dos disparadores analógicos e dos disparadores numéricos sem complicações notáveis.



-21-

R E I V I N D I C A Ç Õ E S

1 - Disparador estático com cadeia de tratamento numérico em paralelo com uma cadeia de tratamento analógico, para um disjuntor eléctrico, compreendendo:

- captadores (16) de corrente que produzem sinais analógicos proporcionais às correntes que percorrem os condutores (R,S,T) protegidos pelo disjuntor,

- circuitos rectificadores (18) para rectificar os ditos sinais e produzir um sinal contínuo analógico representativo do valor máximo das ditas correntes,

- um conversor analógico/digital (50) que tem uma entrada que recebe o dito sinal analógico e uma saída que entrega um sinal numerado e amostrado correspondente,

- um conjunto de tratamento numérico com microprocessador (48) ao qual é aplicado o sinal numerado para assegurar uma função de disparo com retardamento longo (LR) e uma função de disparo com retardamento curto (CR) e que elabora uma ordem de disparo do disjuntor para uma passagem de limites predeterminados, sendo a dita ordem temporizada em função do valor do sinal,

- e um meio de disparo (12, 14) do disjuntor activado pela dita ordem de disparo,

caracterizado por o dito sinal analógico ser aplicado paralelamente ao conjunto de tratamento numérico, a um conjunto (70) de tratamento analógico, apropriado para emitir uma ordem de disparo instantânea na ocasião de passagem de um limite (IR), sendo a dita ordem transmitida ao dito meio de disparo (14).

2 - Disparador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o conjunto de tratamento numérico (29, 50, 48) assegurar uma função de disparo instantâneo quando da ultrapassagem da corrente além de um primeiro limite (IIN), incluindo o disparador um detector (57) de funcionamento do conjunto numé-

-22-

rico, o conjunto (70) de tratamento analógico assegurando o disparo instantâneo, quando do funcionamento do conjunto numérico, para um limite (IR) superior ao referido primeiro limite (IIN).

3 - Disparador de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por o detector (S7) de funcionamento do conjunto numérico modificar o valor do limite de disparo do conjunto analógico (70) quando do não-funcionamento do conjunto numérico, para provocar o disparo com um valor (IR1) inferior ou igual ao dito primeiro limite (IIN).

4 - Disparador de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por o conjunto (70) de tratamento analógico incluir um comparador (116) no qual uma das entradas está ligada a uma ponte divisora (120, 122) pilotada pelo dito detector (S7) do funcionamento para modificar o valor do limite, recebendo a outra entrada o sinal analógico representativo da corrente e sendo a saída ligada a um relé (14) de comando do mecanismo do disjuntor.

Lisboa, 25. FF. 1986

Pela MERLIN GERIN

4921 - O AGENTE OFICIAL -



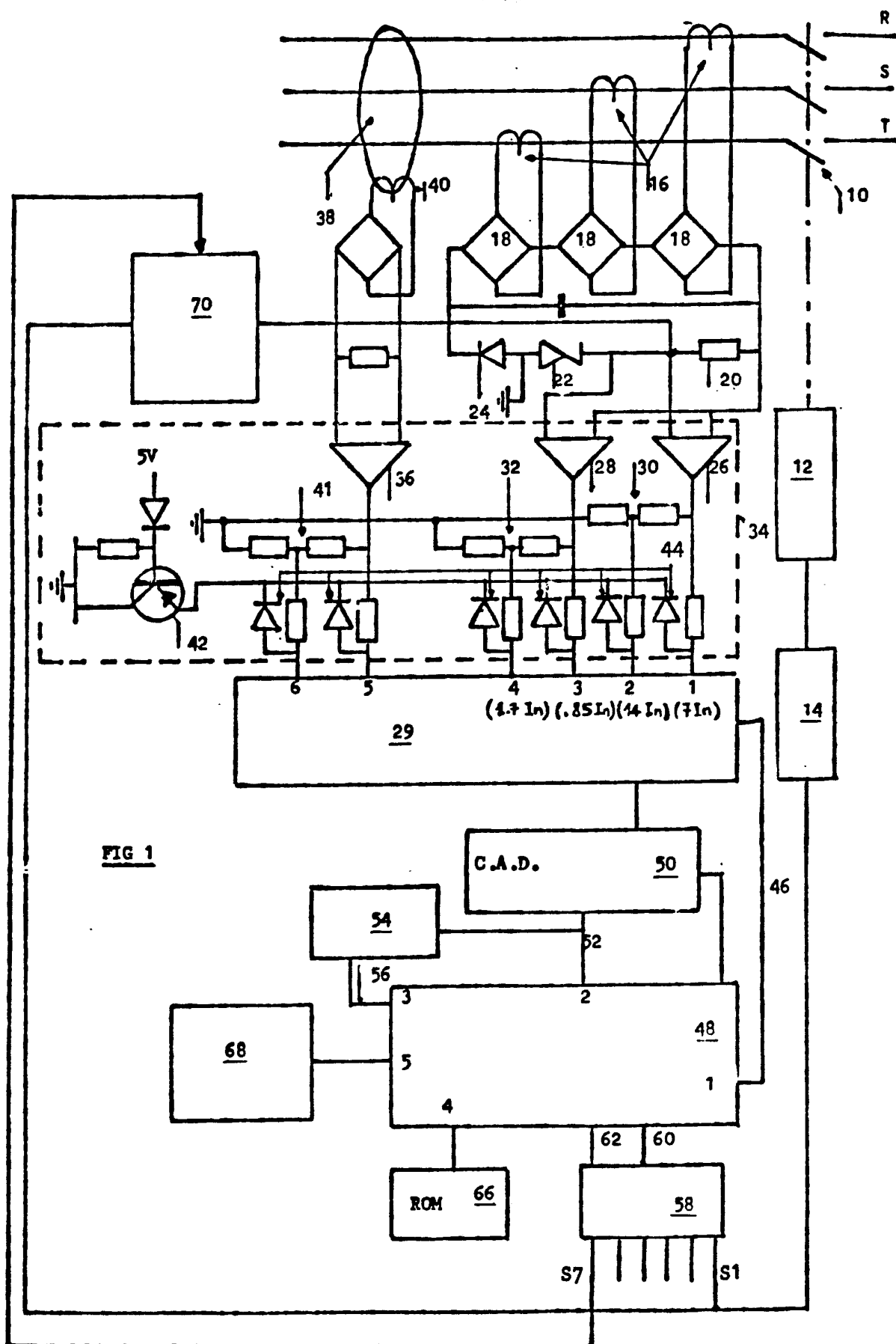
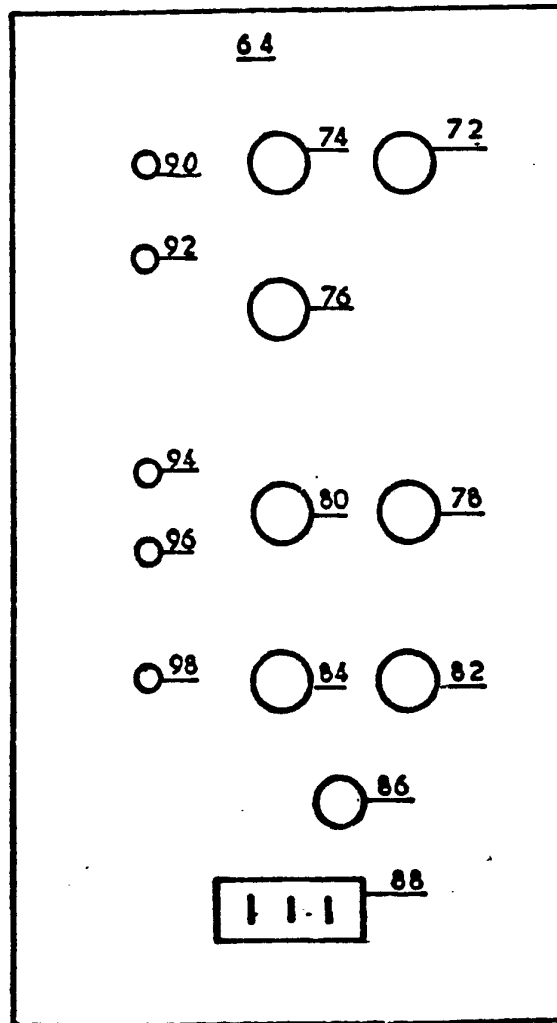
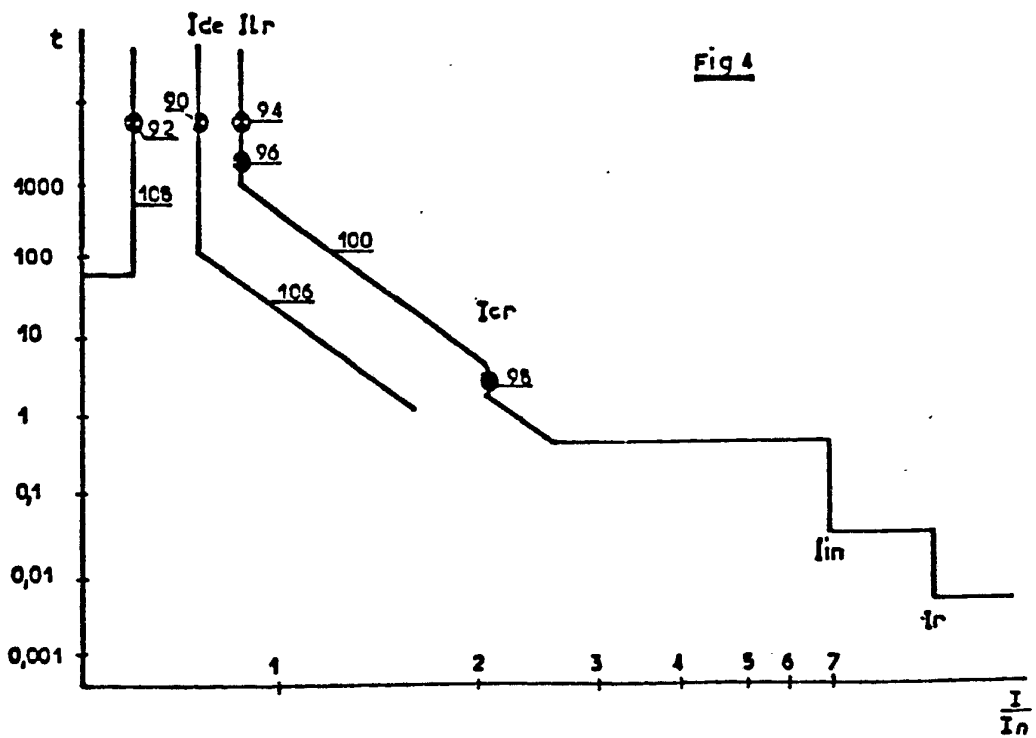
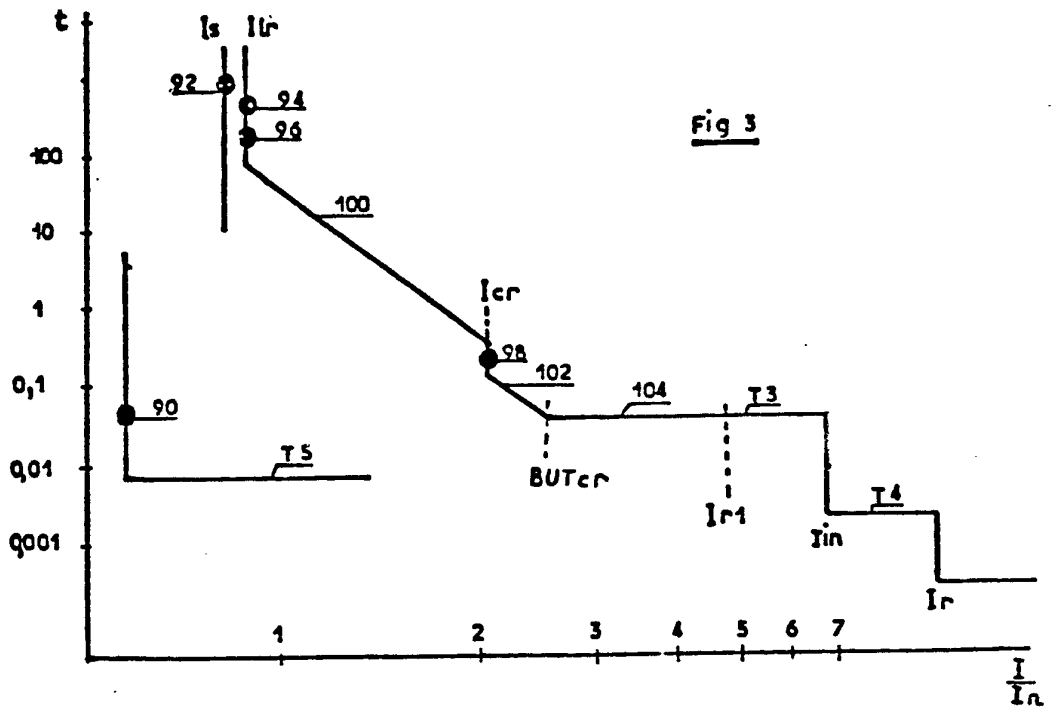




Fig 2



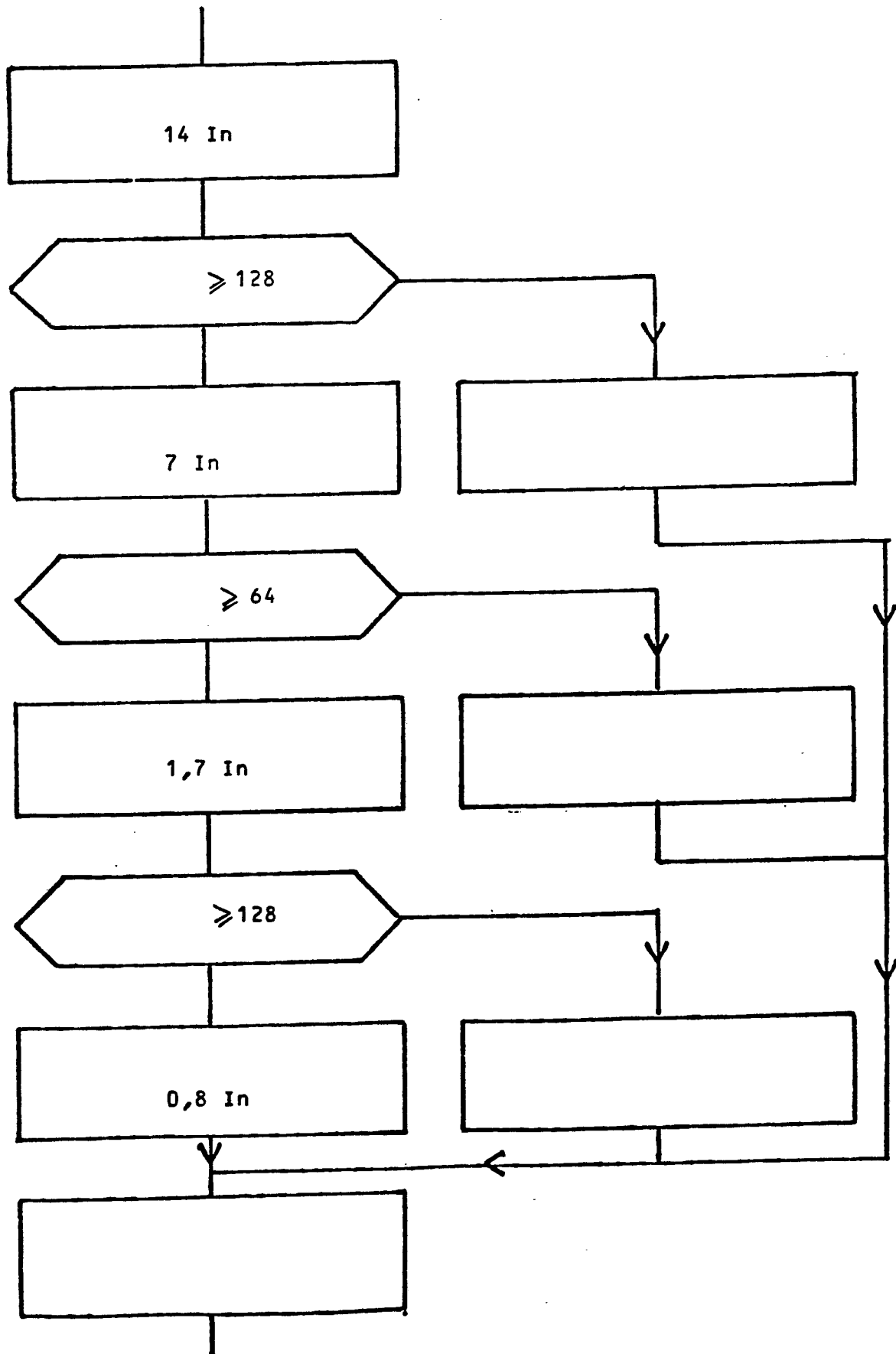
3/10



MERLIN GERIN

4/10

Fig 5

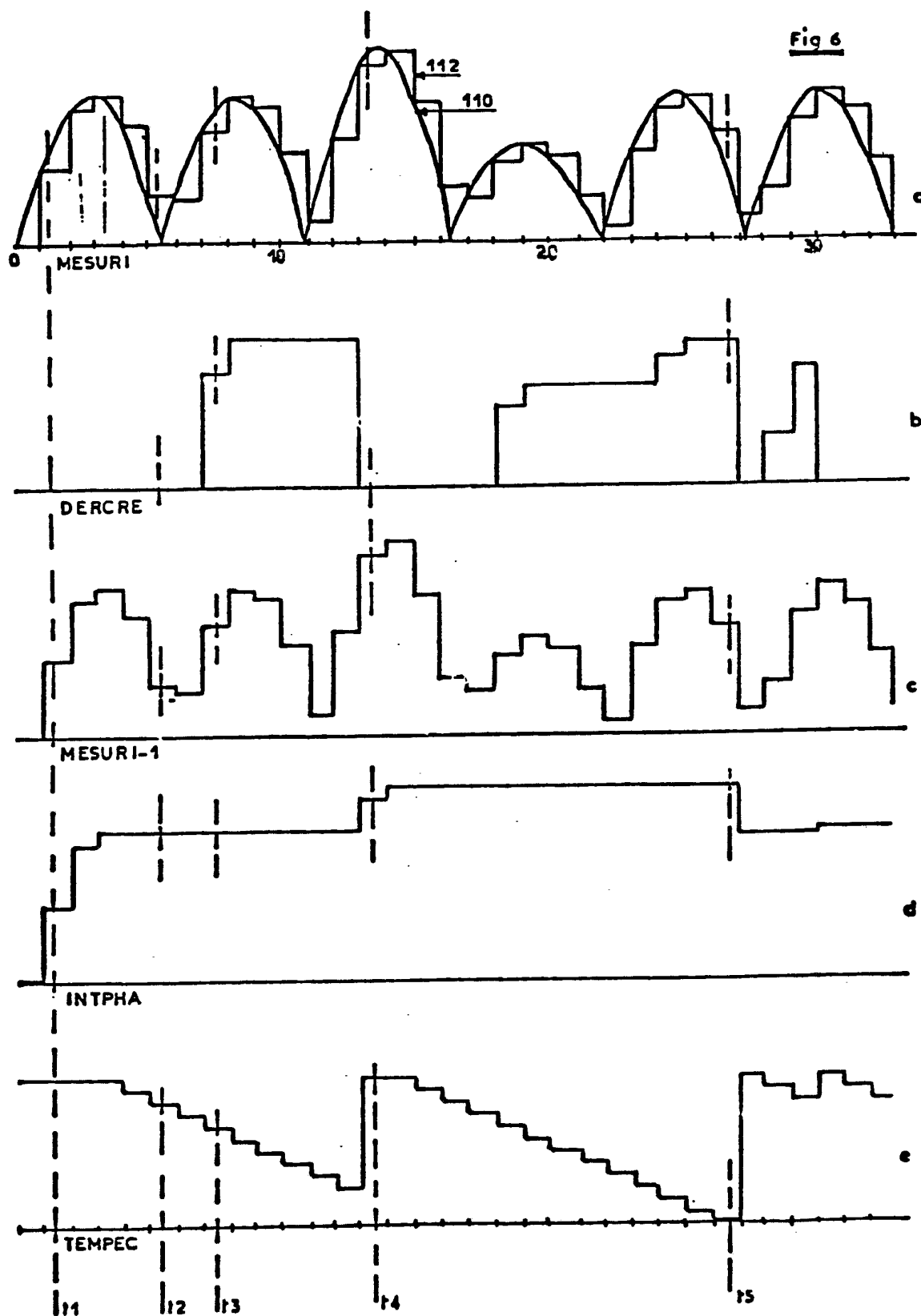


MERLIN GERIN

5/10



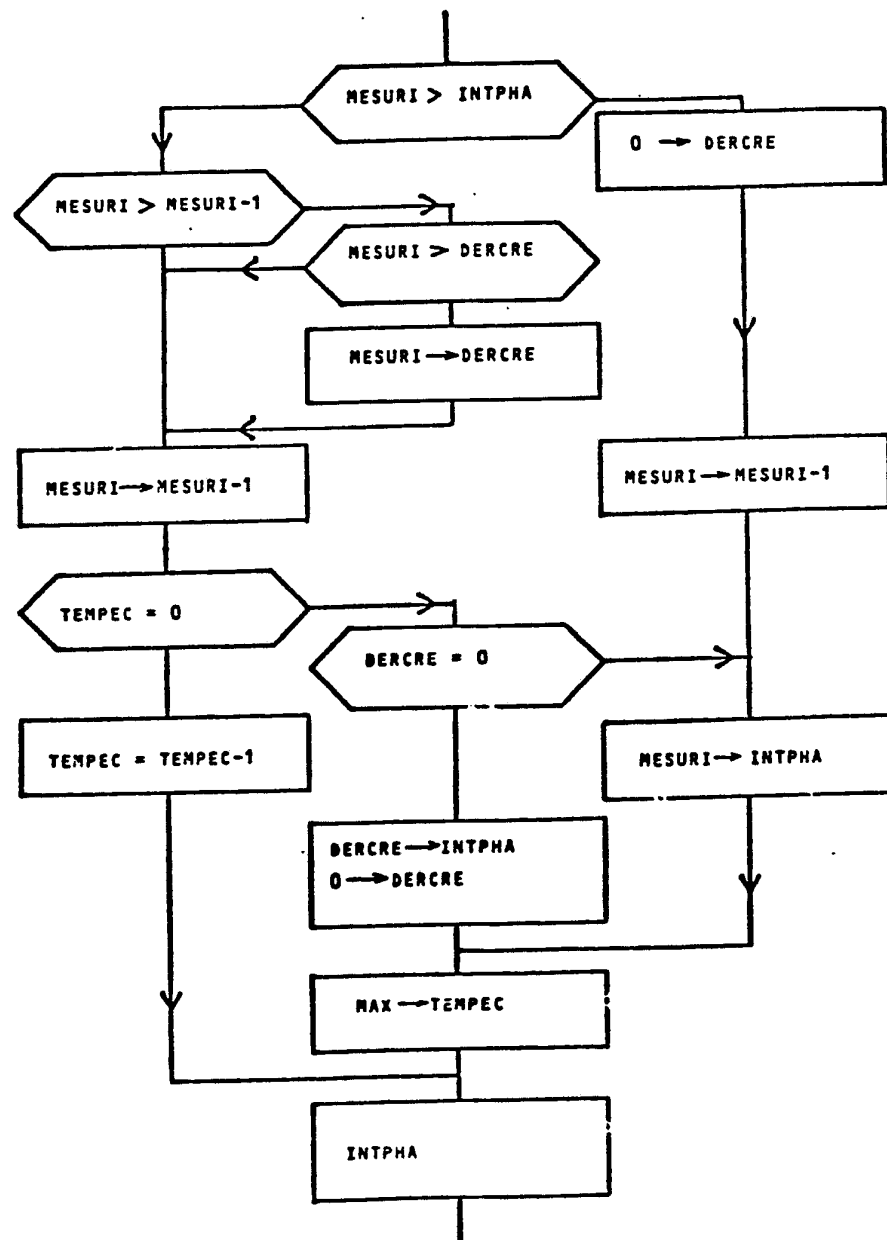
Fig 6



MERLIN GERIN



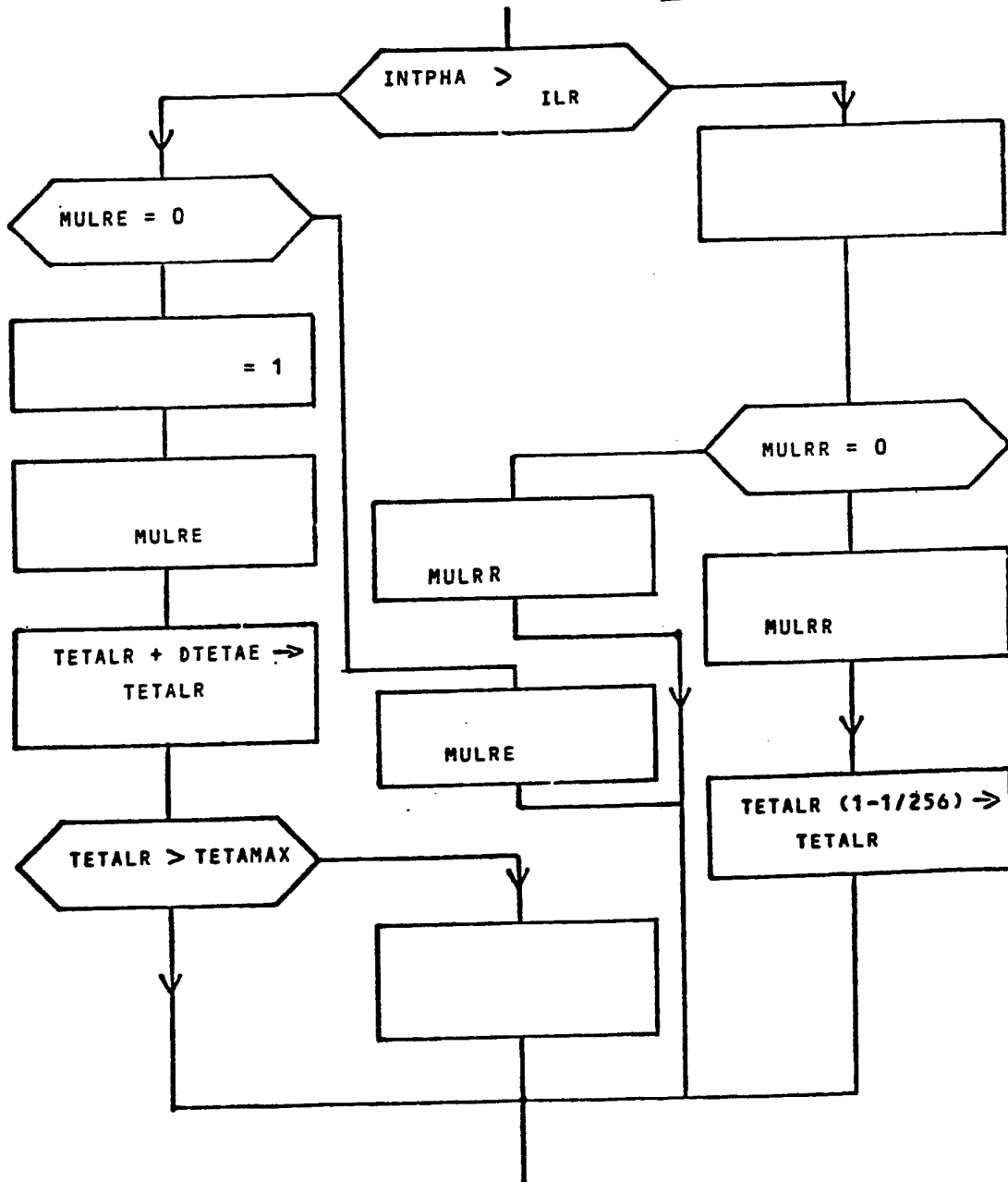
Fig 7



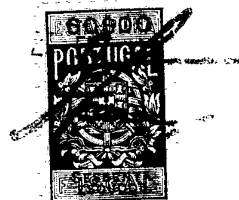
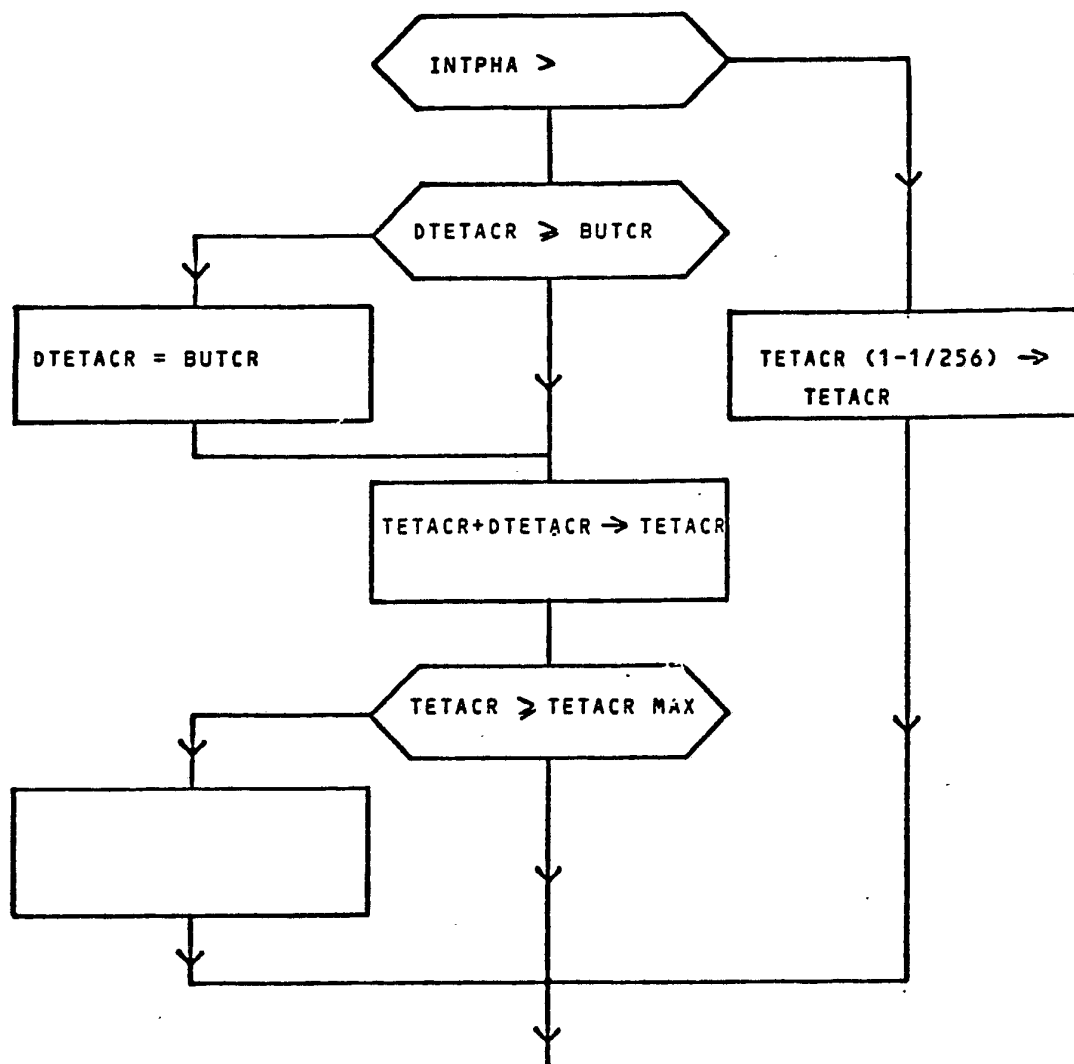
7/10



Fig 8



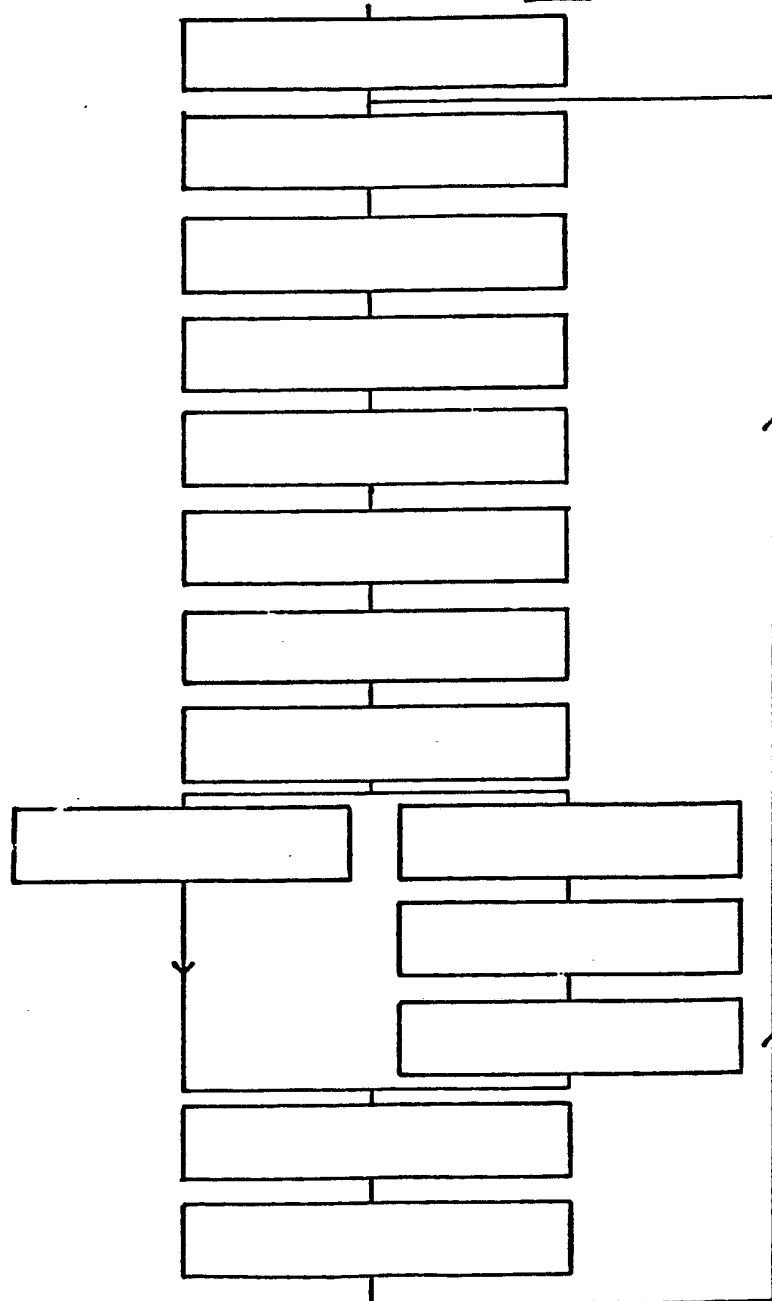
MERLIN GERIN

Fig 9

9/10



Fig 10



MERLIN GERIN



Fig 11

