(19) INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
PORTUGAL

(11) *Número de Publicação:* **PT 654770 E**

(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 6)
G08B017/00 A G08B029/16 B

(12) *FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO*

(22) *Data de depósito:* 1994.09.05

(30) *Prioridade:* 1993.11.22 CH 347993

(43) *Data de publicação do pedido:*
1995.05.24

(45) *Data e BPI da concessão:*
2000.02.02

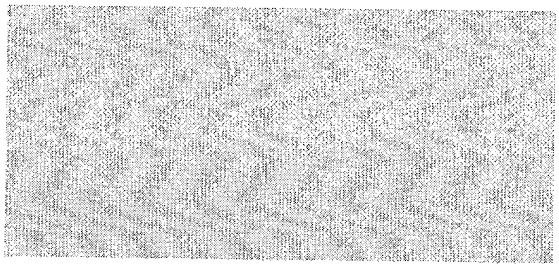
(73) *Titular(es):*
SIEMENS BUILDING TECHNOLOGIES AG
ALTE LANDSTRASSE 411 8708 MANNEDORF CH

(72) *Inventor(es):*
JURG WERNER CH
MAX SCHLEGEL CH

(74) *Mandatário(s):*
ANTÓNIO JOÃO COIMBRA DA CUNHA FERREIRA
RUA DAS FLORES 74 4/AND. 1294 LISBOA PT

(54) *Epígrafe:* INSTALAÇÃO PARA A DETECÇÃO PRECOCE DE INCÊNDIOS

(57) *Resumo:*



DESCRIÇÃO

"Instalação para a detecção precoce de incêndios"

O presente invento refere-se a uma instalação para a detecção precoce de incêndios, com uma multiplicidade de avisadores ligados a uma central, dos quais alguns estão equipados com pelo menos dois sensores para o controle de diferentes identificações de grandezas de incêndios, e com meios para o processamento dos sinais dos sensores os quais estão dispostos de forma descentrada nos avisadores, apresentando um microcontrolador para a separação dos sinais dos sensores e para o processamento dos sinais para o efeito de captação de sinais de perigo, efectuando-se a detecção dos sinais de perigo numa rede neuronal.

Os avisadores deste género têm várias vantagens: Devido ao deslocamento do processamento de sinais da central para os avisadores, a limitação da largura da banda de comunicação da ligação habitual entre a central e os avisadores não tem influência. Além disso, o comprimento de observação dos sinais não está submetido a limitações e a possibilidade de uma sobrecarga da central é praticamente impossível. A elevada redundância do sistema tem além disso a vantagem de que numa falha ou avaria do processador geral na central, os próprios avisadores podem disparar o alarme.

A utilização da rede neuronal tem a vantagem de a fiabilidade da função de avisador ser, de um modo geral, melhorada, por existir uma larga escala de possibilidades do encadeamento das marcas de identificação de sinais, sendo isto as características de identificação, podendo a rede neuronal também ser aproveitada de forma optimizada.

Num avisador de incêndios do tipo inicialmente mencionado, descrito na EP-A-0 403 659, é ligada a jusante à rede neuronal para cada sensor mais outra rede neuronal, à qual são transmitidas em sequência características temporais dos sinas do respectivo sensor. Estas outras redes neuronais representam um tipo de filtro transversal e fornecem na sua saída uma marca de identificação de sinal por cada fenómeno de incêndio.

Pretende-se através do invento reduzir ainda mais a percentagem de falsos alarmes por ponto de detecção e aumentar a fiabilidade dos avisadores.

Este objectivo é solucionado quando é ligado à rede neuronal a jusante um banco digital de filtros, ao qual são transmitidos os sinais de pelo menos um tipo de sensores e o qual disponibiliza na sua saída para a rede neuronal várias marcas ou critérios de identificação de sinais para o respectivo fenómeno de incêndio.

Através do banco digital de filtro, o qual disponibiliza à rede neuronal várias marcas de identificação de sinais para o fenómeno de incêndio, a fiabilidade dos avisadores é ainda melhorada, porque a rede neuronal, devido à pluralidade de marcas de identificação de sinais, pode ser estruturada de tal forma que as suas funções são inteiramente claras e inteligíveis.

O invento é explicado a seguir em pormenor com base num exemplo de execução e dos dois desenhos, os quais mostram:

na Fig. 1 um diagrama geral do processamento de sinal no avisador;
na Fig. 2a, b um esquema dos dois percursos do sinal do processamento de sinais; e
na Fig. 3 um diagrama da rede neuronal do processamento de sinais.

A Fig. 1 mostra um resumo do processamento de sinais no avisador, o qual pode ser dividido em cinco fases S1 até S5. A primeira fase S1 é composta pelo suporte físico do sensor e contém essencialmente um sensor térmico 1 formado por um sensor NTC, um sensor óptico 2 formado por um emissor de impulsos luminosos e um receptor de impulsos luminosos, uma rede de tensão de polarização 3 para o sensor térmico 1 e um ASIC 4. Pertence ainda ao suporte físico do sensor um transformador A/D 5 de um microcontrolador MCU.

O MCU apresenta, como habitualmente, uma máscara ROM, a qual contém o sistema operacional e o suporte lógico do avisador, controlando desta forma todos os fluxos do nível operacional, isto é o comando dos sensores, o processamento dos sinais bem como o endereçamento e a comunicação com a central. O ASIC 4 contém todos os amplificadores e filtros para o sinal do receptor de impulsos luminosos, um circuito integrado do sensor térmico, a electrónica de comando para o emissor de impulsos luminosos, um oscilador a quartzo e a gerência de partida/potência bem como o controlo de linha para o MCU. Entre o MCU e o ASIC 4 existe um bus de dados em série, bidireccional e diversas linhas de controlo.

Na segunda fase S2, a seguir ao transformador A/D 5, os sinais são revisados, tentando-se obter através de diferentes compensações uma imagem a mais exacta possível da grandeza de medição. Na terceira fase S3 são extraídas as marcas de identificação de sinais ou critérios, as quais então na quarta fase S4 são condensadas numa rede neuronal NN para um sinal de perigos escalonados e coordenados a um grau de perigo. Numa quinta fase S5 é finalmente, numa fase de verificação 6, tomada a decisão sobre o definitivo grau de perigo e transmitida em conjunto com o estado funcional ou situação para a interface de comunicação do MCU.

Conforme a Fig. 1, as primeiras três fases S1 até S3 são percorridos em separado pelo sinal do sensor térmico 1 e pelo sinal do sensor óptico 2, o que é simbolizado na figura por dois percursos de sinais, um percurso "térmico" e um percurso "óptico", os quais então convergem na quarta fase S4, isto é na rede neuronal. O fluxo de sinais de ambos os percursos através das fases S1 até S3 é representado em pormenor nas Figs. 2a e 2b, e a rede neuronal NN é representada em pormenor na Fig. 3.

Explicar-se-á a seguir em primeiro lugar o percurso do sinal térmico e depois o do óptico. O sensor de temperatura NTC 1 é actuado por impulsos através da rede de tensão de polarização 3 e a tensão NTC é transmitida ao transformador AD 5. Os dados de temperatura NTC são em seguida analisados numa fase 7, sendo detectadas interrupções e curtos-circuitos. Na fase 7, para o aumento da exactidão da medição, é além disso compensada para o valor da medição a influência de pequenas alterações da tensão do estágio excitador. Os eventuais picos de interferência são eliminados no seguinte algoritmo "anti-EMI" 8. Este delimita a alteração do sinal de uma medição para a próxima para valores determinados, memorizados na memória de dados MCU. Os sinais normais de incêndio passam este algoritmo sem alteração.

Em seguida o sinal de saída do transformador A/D é convertido num valor térmico numa fase de linearização 9 por meio de uma tabela de interpolação segundo a característica do sensor NTC. Então num bloco 10 é compensada a dissipação do calor por meio de fios de ligação e paredes de matéria sintética, e num bloco 11 a capacidade térmica do sensor NTC 1. Os sinais de saída dos blocos 10 e 11 percorrem então um banco digital de filtros 12 e são finalmente encadeados com parâmetros numa fase 13. Na saída da fase 13 e com isso no

final do percurso térmico, estão disponibilizados então, dependentes do sinal NTC e com isso da temperatura, várias marcas de identificação de sinais ou critérios S1 até Sm.

No percurso do sinal óptico um gerador de impulsos 14, o qual gera todos os 3s um impulso de corrente durante uns escassos 100μs, actua um díodo luminoso infravermelho 15, o qual forma o emissor de impulsos luminosos, e que emite um impulso luminoso para o espaço de dispersão óptica. A luz dispersa por eventual existência de fumo é convergida por uma lente e transmitida sobre um fotodíodo receptor 15'. A corrente fotoeléctrica resultante é integrada por um integrador 16 de forma síncrona com o impulso emissor. O seguinte amplificador de tensão 17 ainda diferencial, oferece vários ajustes de amplificação seleccionáveis. Desta forma efectua-se uma equalização aproximada dos avisadores. Um assim denominado filtro AMB 18 elimina do sinal os componentes de corrente contínua e as interferências de baixa frequência. As interferências de alta frequência já foram eliminadas pelo integrador 17. Na saída do filtro AMB 18 aparece um único sinal unipolar, o qual ainda é mais ampliado por um amplificador de tensão 19.

O sinal de saída do amplificador 19 é convertido em dados digitais no transformador A/D 5, iniciando-se o processamento do sinal tipo suporte lógico (Fig. 1, fase S2). Por meio de formação diferencial numa fase 20 entre uma medição de claro e escuro, é agora determinada a excursão efectiva do sinal. Esta chega a um bloco 21, podendo ali, graças à disponibilidade da temperatura ASIC, ser corrigida de tal forma que se efectua uma larga compensação das dissipações térmicas dos elementos optoelectrónicos. Como última e praticamente progressiva adaptação dos sinais a uma grandeza nominal serve a equalização de precisão tipo suporte lógico, a qual também se efectua no bloco 21. No próximo bloco 22 uma função de seguimento elimina estas partes do sinal provocadas por influências muito lentas do meio ambiente (por exemplo poeira), e as quais com o decorrer do tempo originam um sinal aparente de fumo, podendo alterar com isso a sensibilidade.

O resultado dos passos de processamento até agora efectuados é uma grandeza que representa o valor de fumo efectivo, filtrado, equalizado, compensado quanto a temperatura e quanto à função de seguimento, formando a referência directa para o apuramento do grau de perigo. Como último elo (bloco 23) no processamento óptico do sinal actuam os algoritmos comandados por diferentes parâmetros, os quais analisam o comportamento temporal da grandeza que

representa o valor do fumo. No final do percurso do processamento do sinal são disponibilizadas as marcas de identificação de sinais Sm+1 até Sn.

As marcas de identificação de sinais de S1 até Sn do percurso térmico e óptico formam o nível de entrada L0 de uma rede neuronal NN em camadas, representada na Fig. 3. Da representação da rede neuronal NN na Fig. 1 deduz-se que estas grandezas iniciais são dependentes ou do sinal térmico (T), ou do sinal óptico (O) ou de ambos. A rede apresenta além do nível de entrada L0 ainda mais outros níveis L1 até L5 com assim designados neurónios ou nódulos. Nestes as grandezas iniciais apuradas com parâmetros são submetidas a uma adição e a um encadeamento máximo e/ou mínimo. A adição efectua-se nos neurónios assinalados com A e o encadeamento de máximo e/ou mínimo assinalados com M.

Neste caso o encadeamento de máximo é a função não linear da rede:

yi = max (w1. x1, w2 . x2, ...,wn . xn),[xi = valor de entrada, yi = valor de saída]

a qual funciona pelo princípio de "tudo pertence ao mais forte".

A adição é o produto escalar:

yi = Σ wi . xi, [xi = valor de entrada, yi = valor de saída].

Em princípio entre os neurónios todas as ligações são possíveis. Numa fase de aprendizagem durante o desenvolvimento do avisador, a rede pode ser integrada num ambiente de aprendizagem. Neste caso, devido ao efeito de aprendizagem da rede, determinadas ligações comprovar-se-ão como preferenciais amplificando-se e outras, por assim dizer, enfraquecerão. Em alternativa a rede também pode ser construída sem fase experimental. Em ambos os casos, por motivos de segurança no funcionamento, as cargas da rede são congeladas.

Entre os níveis de entrada e de saída LO aliás L5 da rede neuronal NN, efectua-se uma concentração da respectiva grandeza de entrada para uma única grandeza de saída, a qual representa um sinal de perigo escalar. O sinal de perigo é coordenado, numa fase de quantificação 24, a uma de várias, por exemplo pelo menos três, fases de perigo, e este sinal coordenado a uma das fases de perigo é o sinal de saída GS da rede neuronal NN.

Finalmente efectua-se na fase de verificação 6, ligada após a rede neuronal, a verificação da fase de perigo definitiva. O respectivo sinal de saída GSdef é

transmitido à central, em conjunto com o estado funcional (Fig. 1, "Status"), através da interface de comunicação MCU.

Para terminar pretendem-se mencionar ainda algumas características e funções complementares particularmente vantajosas do mencionado avisador de incêndios:

- A medição da temperatura ASIC actual efectuada com auxílio do sensor térmico de pastilha única já foi mencionada. A medição, que se efectua periodicamente, fornece um valor de temperatura, com o qual os ciclos de temperatura dos elementos optoeléctricos são compensados, de modo que também com temperaturas extremas possam ser efectuadas medições fiáveis da densidade do fumo.
- O tipo de funcionamento da função de seguimento do sinal também já foi mencionado. O sinal de densidade do fumo é libertado de componentes de muito baixa frequência, para eliminar por filtragem as influências do meio ambiente, as quais são significativamente mais lentas que os fenómenos de incêndios (por exemplo poeiras). Com isto consegue-se uma duração prolongada da sensibilidade ao fumo.

- Efectua-se regularmente um teste automático quanto a determinadas falhas, no qual o avisador é submetido a um diagnóstico pormenorizado.

Ainda que o deslocamento do processamento de sinais da central para os avisadores e a utilização de uma rede neuronal no processamento dos sinais para avisadores com sensores múltiplos seja particularmente vantajosa, podem também ser formados evidentemente avisadores com um único sensor do tipo descrito. Além disso, ainda é de mencionar que a rede neuronal NN representa um tipo muito especial, análogo a uma lógica fuzzy, podendo por isso também ser substituída por uma lógica fuzzy.

Uma característica essencial da presente disposição é formada pelo banco digital de filtros 12 e pelo bloco 23 (Fig. 1), na qual particularmente o banco digital de filtros pode conter filtros recorrentes. Se em vez deste banco de filtros e/ou do bloco 23 se empregar respectivamente uma rede neuronal, admitindo a esta padrões temporais, então ter-se-ia, em comparação com a solução proposta, duas desvantagens essenciais:

- Esta rede neuronal seria um tipo de filtro transversal e teria uma memória essencialmente mais reduzida que um filtro recorrente;
- Na saída de cada uma destas redes neuronais estaria disponível respectivamente só uma marca de identificação do sinal por fenómeno de incêndio (fumo, temperatura), enquanto que a solução proposta disponibiliza S1 até Sm marcas de identificação de sinais para o fenómeno de incêndio temperatura e Sm+1 até Sn marcas de identificação de sinais para o fenómeno de incêndio fumo. Esta pluralidade de marcas de identificação de sinais é muito importante para a função segura da rede neuronal NN (Fig. 3), porque é possível construir esta rede de tal forma que as suas funções sejam absolutamente compreensíveis e acessíveis. Num sistema de segurança esta última condição é absolutamente necessária.

Lisboa, 28. ABR. 2000

Por SIEMENS BUILDING TECHNOLOGIES AG
- O AGENTE OFICIAL -

ENG.º ANTÓNIO JOÃO
DA CUNHA FERREIRA
Ag. Of. Pr. Ind.
Rua das Flores, 74 - 4.º
1200 LISBOA

REIVINDICAÇÕES

1. Disposição para a detecção precoce de incêndios, com uma pluralidade de avisadores ligados a uma central, dos quais alguns estão equipados com pelo menos dois sensores (1, 2) para o controlo de diferentes grandezas de incêndios, e com meios para o processamento dos sinais dos sensores (1, 2), os quais estão dispostos de forma descentrada nos avisadores, apresentando um microcontrolador (MCU) para a separação dos sinais dos sensores e para o processamento dos sinais para o efeito da obtenção de sinais de perigo, efectuando-se a obtenção dos sinais de perigo numa rede neuronal (NN), caracterizada por estar ligado a jusante da rede neuronal (NN) um banco digital de filtros (12), ao qual são conduzidos os sinais de pelo menos um tipo de sensores (1) e o qual disponibiliza para a rede neuronal na sua saída várias marcas de identificação de sinais ou critérios (S1 até Sm) para o respectivo fenómeno de incêndio.

2. Disposição de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por o banco digital de filtros (12) conter filtros recorrentes.

3. Disposição de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizada por a rede neuronal (NN) apresentar vários níveis (L1 até L5) com nódulos (A, M) nos quais as grandezas de entrada apuradas com parâmetros são submetidas a uma adição e encadeamento de máximo e/ou mínimo.

4. Disposição de acordo com a reivindicação 3, caracterizada por o processamento de sinais para cada um dos dois sensores (1, 2) apresentar um percurso separado e ambos os percursos convergirem na entrada da rede neuronal (NN).

5. Disposição de acordo com a reivindicação 4, caracterizada por o microcontrolador (MCU) apresentar uma máscara com o sistema operacional e o suporte lógico de sensores do avisador e uma memória de dados, e estar agregado ao microcontrolador um ASIC (4), o qual contém amplificadores e filtros para o sinal do receptor do sensor óptico (2), um sensor térmico, a electrónica de comando para o sensor do sensor óptico e um oscilador a quartzo.

6. Disposição de acordo com a reivindicação 4, caracterizada por o percurso térmico conter uma primeira fase (S1) com uma rede de tensão de

polarização (3) para o modo de operação do sensor térmico (1) e com um transformador A/D (5), uma segunda fase (S2) para a separação dos sinais e para uma eventual compensação e uma terceira fase (S3) para a obtenção de marcas de identificação de sinais, as quais formam as grandezas de entrada para a rede neuronal (NN).

7. Disposição de acordo com a reivindicação 6, caracterizada por a segunda fase (S2) apresentar um bloco (7) para a análise dos sinais de saída do transformador A/D (5) de possíveis erros e/ou compensação da influência de alterações da tensão do estágio excitador para o valor de medição, e/ou um bloco (8) para a eliminação de picos de interferência, um bloco (9) para a conversão do valor de medição para um valor térmico, e/ou um bloco (10 aliás 11) para a compensação da dispersão térmica e/ou capacidade térmica.

8. Disposição de acordo com a reivindicação 7, caracterizada por, no bloco (8) para a eliminação de picos de interferência, se efectuar uma delimitação das alterações dos sinais de uma medição para a outra para um valor determinado.

9. Disposição de acordo com a reivindicação 6, caracterizada por a terceira fase (S3) conter meios para o encadeamento dos sinais de saída dos mencionados elementos, de modo que no final do percurso térmico sejam disponibilizadas diferentes marcas de identificação de sinais derivados dos sinais térmicos.

10. Disposição de acordo com a reivindicação 4, caracterizada por o percurso óptico conter uma primeira fase (S1) com um gerador de impulsos (14) para actuar o emissor (15) e com um integrador (16) para o sinal do receptor (15') do sensor óptico (2), bem como um transformador A/D (5), uma segunda fase (S2) para a execução de eventuais compensações, e uma terceira fase (S3) para a obtenção de marcas de identificação de sinais, as quais formam as grandezas de entrada para a rede neuronal (NN).

11. Disposição de acordo com a reivindicação 10, caracterizada por ao integrador (16) estar ligado a jusante um amplificador de tensão (17) para a equalização aproximada e a este um filtro (18) para a detecção selectiva do impulso luminoso sob supressão de sinais de interferência.

12. Disposição de acordo com a reivindicação 11, caracterizada por, através do filtro (18), se efectuar antes, depois e durante um impulso luminoso, uma compensação dos valores do impulso do sinal.

13. Disposição de acordo com a reivindicação 10 ou 11, caracterizada por a segunda fase (S2) apresentar um bloco (20) para a determinação da excursão do sinal, um bloco (21) para a compensação das dispersões de temperatura dos elementos optoelectrónicos e/ou para uma equalização de precisão, e/ou um bloco (22) para a compensação do sinal de fundo e para a eliminação de proporções do sinal compostas de influências lentas do meio ambiente, de modo que o sinal de saída da segunda fase represente um valor do fumo equalizado, compensado quanto à temperatura e quanto à função de seguimento.

14. Disposição de acordo com a reivindicação 10, caracterizada por a terceira fase (S3) conter um bloco (23) para a análise do comportamento temporal do valor de fumo fornecido através de filtragem pela segunda fase (S2) e o sinal de valor do fumo assim fornecido formar uma marca de identificação de sinal do percurso óptico.

15. Disposição de acordo com as reivindicações 6 e 10, caracterizada por se efectuar nos nódulos (A, M) da rede neuronal (NN) uma concentração das grandezas de entrada, e no nível de saída (L5) da rede estar disponibilizado um sinal de perigo escalar e estar coordenado numa fase de quantificação (24) a um de vários graus de perigo.

16. Disposição de acordo com a reivindicação 15, caracterizada por estar ligada a jusante da rede neuronal (NN) uma fase de verificação (6) para a verificação do grau de perigo definitivo.

Lisboa, 28. ABR. 2000

Por SIEMENS BUILDING TECHNOLOGIES AG
- O AGENTE OFICIAL -

ENG.º ANTÓNIO JOÃO
DA CUNHA FERREIRA
Ag. Of. Pr. Ind.
Rua das Flores, 74 - 4.º
1200 LISBOA

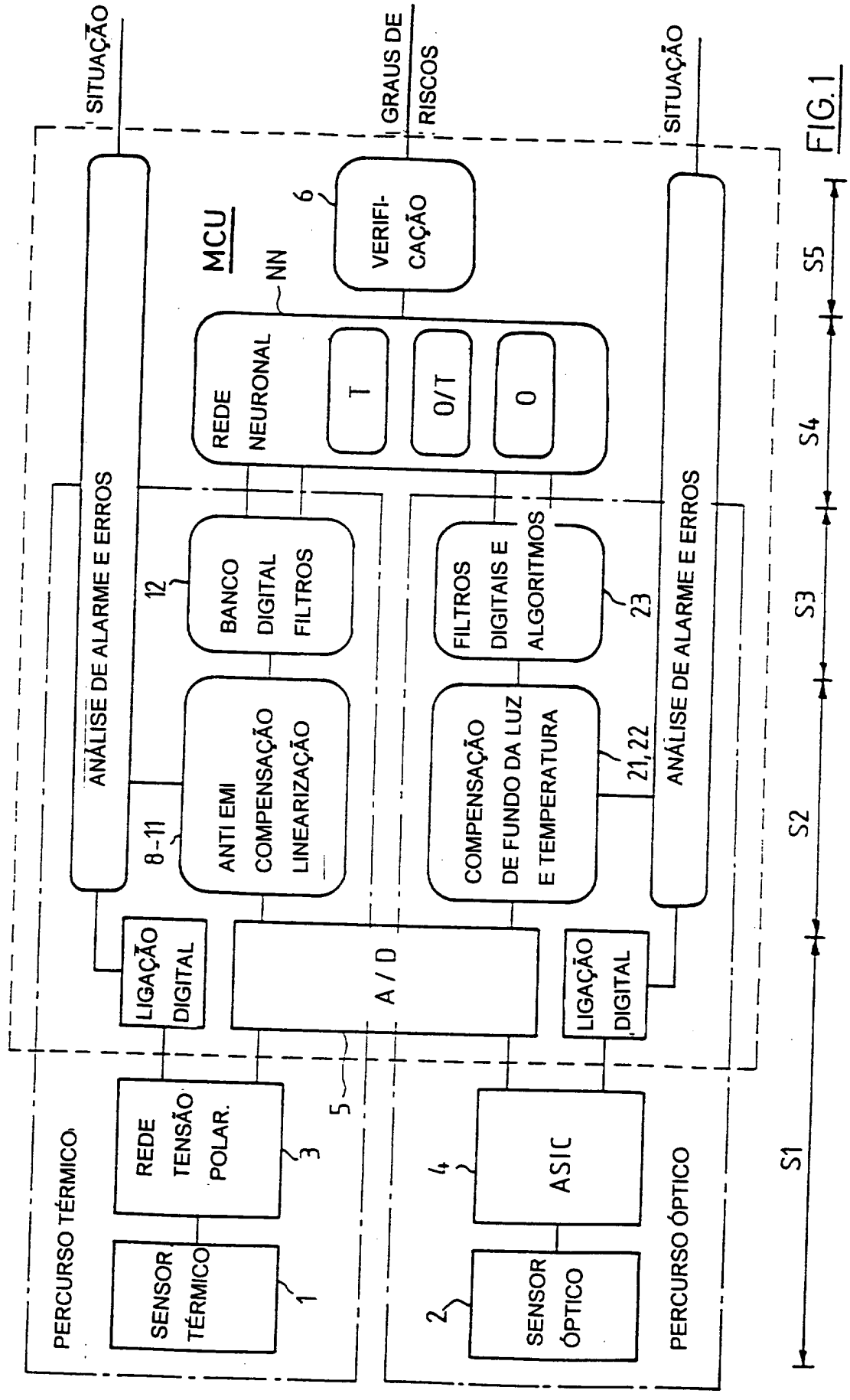

SITUAÇÃO
GRAUS DE RISCOS
SITUAÇÃO
MCU
NN
6
VERIFI-CAÇÃO
REDE NEURONAL
T
0/T
0
ANÁLISE DE ALARME E ERROS
8-11
12
BANCO DIGITAL FILTROS
ANTI EMI COMPENSAÇÃO LINEARIZAÇÃO
FILTROS DIGITAIS E ALGORITMOS
23
COMPENSAÇÃO DE FUNDO DA LUZ E TEMPERATURA
21,22
ANÁLISE DE ALARME E ERROS
LIGAÇÃO DIGITAL
A / D
LIGAÇÃO DIGITAL
PERCURSO TÉRMICO
REDE TENSÃO POLAR.
3
5
4
ASIC
SENSOR TÉRMICO
1
2
SENSOR ÓPTICO
PERCURSO ÓPTICO
S1
S2
S3
S4
S5

FIG. 1

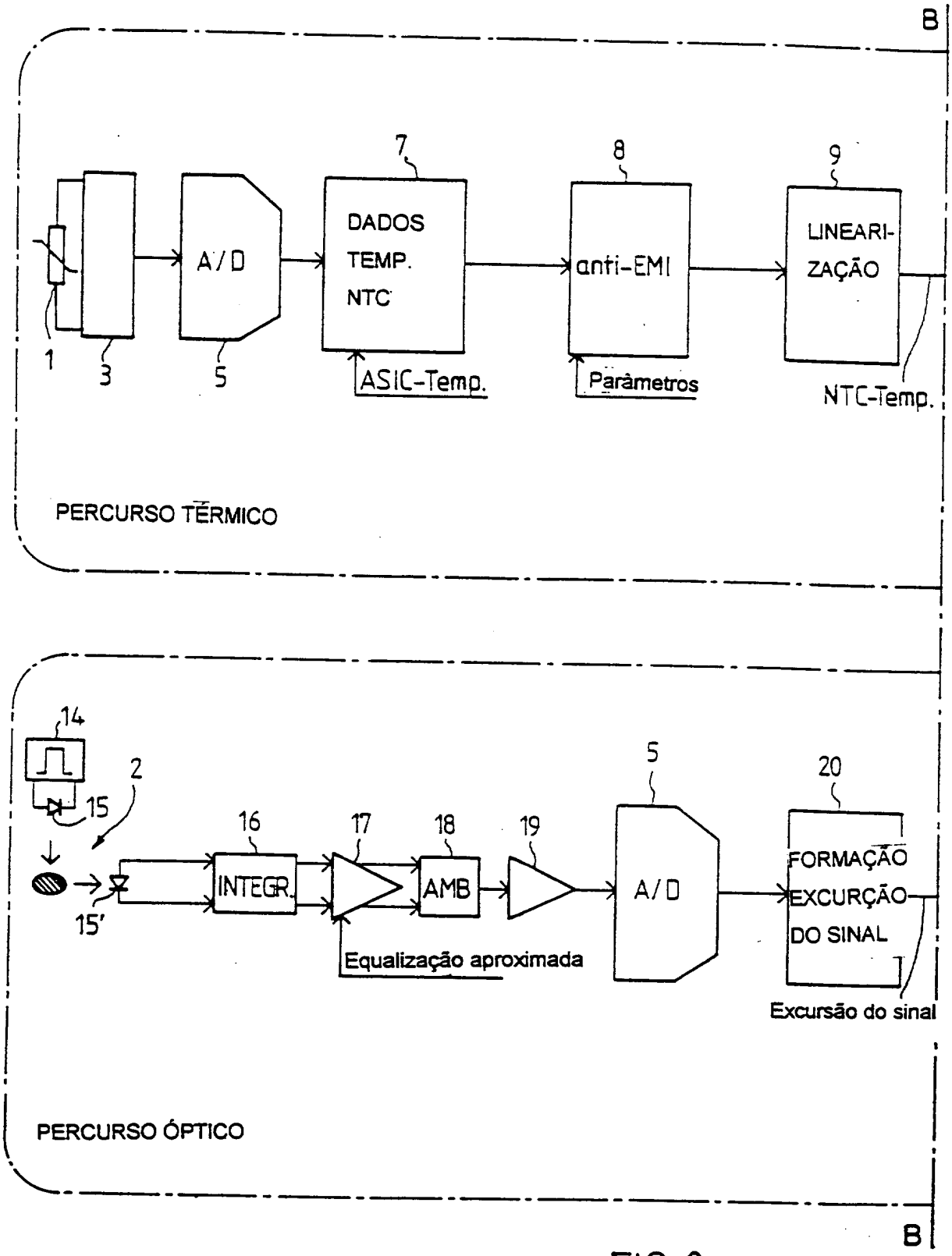

B
7
8
9
A/D
DADOS
TEMP.
NTC
anti-EMI
LINEARI-
ZAÇÃO
1
3
5
ASIC-Temp.
Parâmetros
NTC-Temp.
PERCURSO TÉRMICO
14
2
15
16
17
18
19
5
20
INTEGR.
AMB
A/D
FORMAÇÃO
EXCURÇÃO
DO SINAL
15'
Equalização aproximada
Excursão do sinal
PERCURSO ÓPTICO
B

FIG. 2a

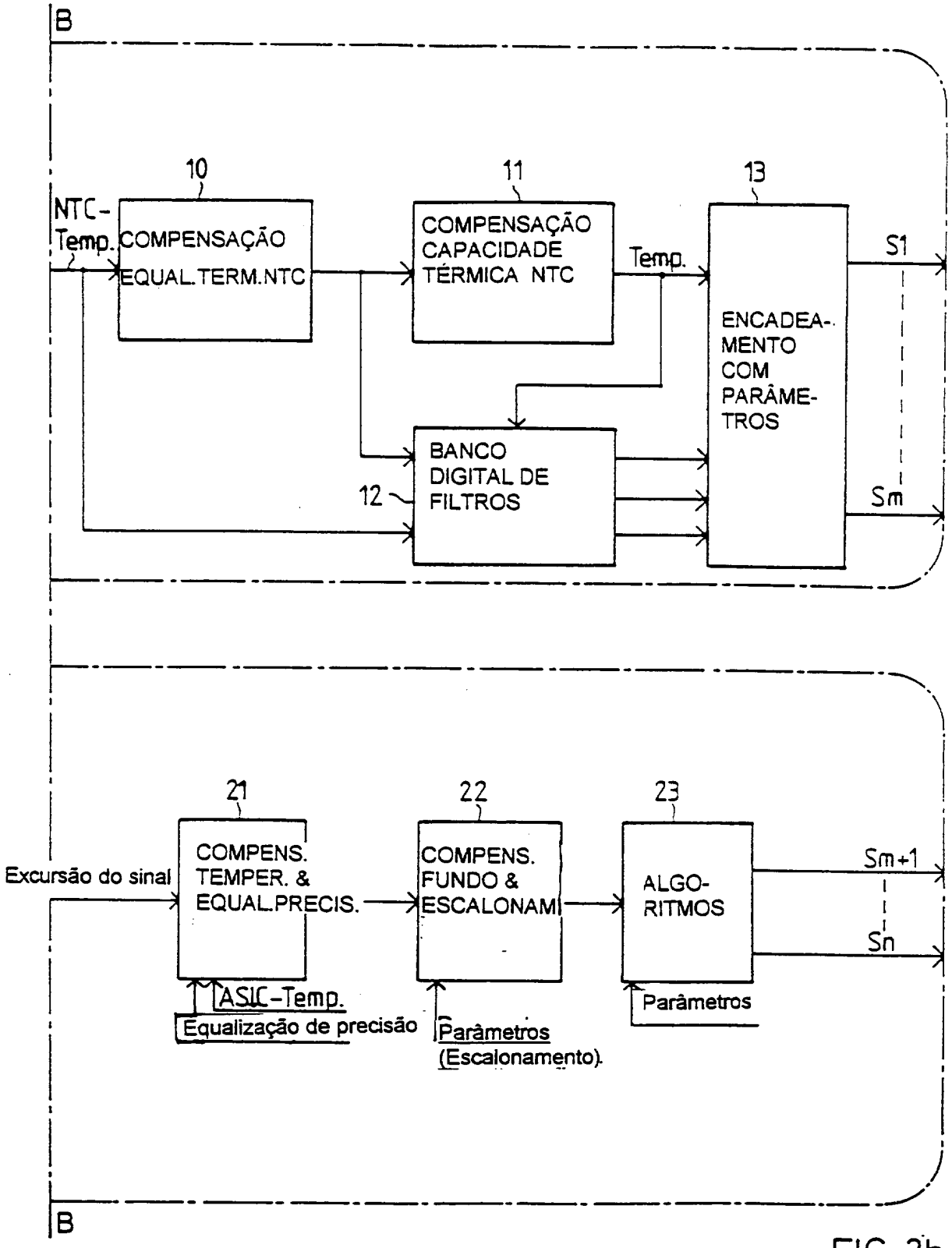

B
10
11
13
NTC-
Temp.
COMPENSAÇÃO
EQUAL.TERM.NTC
COMPENSAÇÃO
CAPACIDADE
TÉRMICA NTC
Temp.
ENCADEA-
MENTO
COM
PARÂME-
TROS
S1
Sm
BANCO
DIGITAL DE
FILTROS
12
21
22
23
Excursão do sinal
COMPENS.
TEMPER. &
EQUAL.PRECIS.
COMPENS.
FUNDO &
ESCALONAM
ALGO-
RITMOS
Sm+1
Sn
ASIC-Temp.
Equalização de precisão
Parâmetros
(Escalonamento)
Parâmetros
B

FIG. 2b

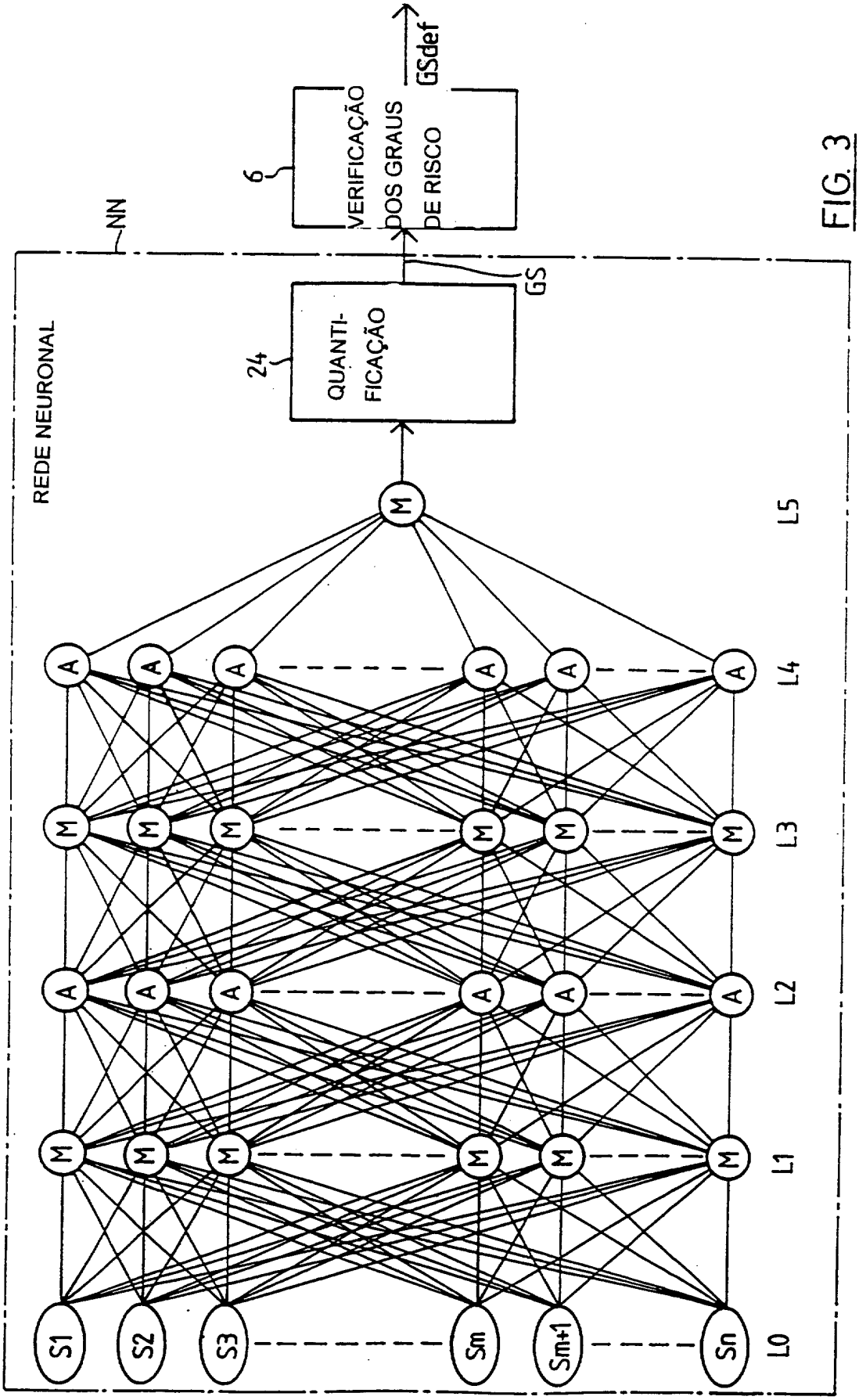

NN
REDE NEURONAL
24
QUANTI-
FICAÇÃO
GS
6
VERIFICAÇÃO
DOS GRAUS
DE RISCO
GSdef
L5
L4
L3
L2
L1
L0
M
A
S1
S2
S3
Sm
Sm+1
Sn

FIG. 3