



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0206845-1 B1

(22) Data do Depósito: 25/11/2002

(45) Data de Concessão: 06/12/2016



(54) Título: MÉTODO E CENTRO DE REFERÊNCIA PARA IDENTIFICAR AS POSIÇÕES DE TERMINAIS MÓVEIS

(51) Int.Cl.: H04W 64/00; G01S 5/02; G01S 5/10

(30) Prioridade Unionista: 03/12/2001 IT TO2001A001125

(73) Titular(es): TELECOM ITALIA S.P.A.

(72) Inventor(es): DAVIDE FILIZOLA; LORIS STOLA

MÉTODO E CENTRO DE REFERÊNCIA PARA IDENTIFICAR AS POSIÇÕES DE TERMINAIS MÓVEIS

CAMPO TÉCNICO

[001] A presente invenção relaciona-se a um sistema e método para identificar a posição de terminais móveis, por exemplo telefones celulares a serem localizados como resultado de uma solicitação de localização originada do mesmo terminal móvel ou de um centro de serviço ou de um operador autorizado. Em particular, a presente invenção relaciona-se a um sistema e método para identificar, dentro de um território serviço por uma rede de telefonia móvel, a posição de um terminal móvel.

HISTÓRICO DA TÉCNICA

[002] Muitos sistemas e métodos para localizar terminais móveis são conhecidos na técnica.

[003] Uma característica comum desses sistemas, e métodos de localização correspondente, é explorar parâmetros ou características que são intrínsecas à comunicação celular constituída, por exemplo:

- por um identificador da estação de rádio base que é capaz de intercambiar informação com o terminal móvel (estações servidoras);

- por valores do campo eletromagnético medido pelo terminal móvel;

- por parâmetros de retardo medidos pela estação servidora quando do intercâmbio de informação com o terminal móvel, para determinar a localização do terminal móvel.

[004] Por exemplo, os sistemas conhecidos e os métodos correspondentes fornecem uma estação de referência

(conhecida como Centro de Localização Móvel MLC) conectado de maneira apropriada à rede móvel para identificar, após uma solicitação de localização pelo usuário ou um operador autorizado, a posição do terminal móvel com base em parâmetros de rede predefinidos, por exemplo, níveis de potência de radiofrequência, TA (Avanço no Tempo), etc., vindo dos próprios terminais móveis e/ou da estação servidora.

[005] Entre os métodos conhecidos, podem ser listados aquele descrito na publicação internacional N. WO0018148 em que a informação de radiofrequência (RF) coletada do telefone celular (impressão digital RF ou medições RF do telefone celular) são comparadas com a informação RF, contida em uma base de dados de referência (impressão digital RF de referência) e associada de maneira bi-unívoca a áreas elementares ou pixels do território servido pela rede, e em que a localização é efetuada designando ao telefone celular a posição que corresponde à impressão digital RF de referência tendo os valores mais próximos daqueles medidos pelo terminal móvel.

[006] Um problema típico dos sistemas e métodos conhecidos é ligado ao fato de que os parâmetros necessários para a localização estão disponíveis de uma maneira segura apenas durante a efetiva comunicação (estado ocupado) entre o terminal e a rede, enquanto eles não estão disponíveis no caso da ausência de comunicação (estado desocupado).

[007] Dado este fato, a operação de localização, para ser confiável, deve ser efetuada apenas sob condições de estado ocupado, pois os parâmetros só são confiáveis sob

essas condições; no entanto, isto implica dois problemas adicionais.

[008] Antes de mais nada, como os parâmetros necessários para a operação de localização, no caso do estado ocupado, estão disponíveis de modo seguro apenas nas estações ou equipamento que pertença às redes móveis, a recuperação dessa informação exigiria em cada ocasião interfaces específicas entre a estação de referência e o equipamento de rede; como é bem conhecido, o gerenciamento dos parâmetros necessários para a operação de localização é diferente de um fabricante de equipamento de rede para o outro.

[009] Em segundo lugar, efetuar a operação de localização sob condições de estado ocupado implicaria a ocupação de recursos de rede preciosos que, como é óbvio, são preferivelmente utilizados para tratar do tráfego de voz e/ou de dados de telefonia.

[0010] Para superar os problemas descritos acima, os sistemas de localização conhecidos são estruturados de modo tal a obter os parâmetros necessários para a operação de localização sob condições de estado desocupado.

[0011] No entanto, isto implica outro problema, pois embora os parâmetros sob condições de estado desocupado podem ser recuperados dos terminais móveis sem gastar recursos de rede preciosos, esses parâmetros, como é bem conhecido, são parciais e geralmente transmitidos de uma maneira que é parcial e depende das características do terminal de modo que a localização assim obtida é substancialmente inconfiável.

[0012] Ademais, os sistemas conhecidos efetuam a

operação de localização sob condições de estado desocupado, supondo que os parâmetros necessários para a estação de referência identificar a posição dos terminais móveis estão sempre presentes e confiáveis, como se eles fossem parâmetros obtidos sob condições de estado ocupado.

[0013] Infelizmente, na prática, não é este o caso, de modo que a operação de localização conduzida sob condições de estado desocupado geralmente produz resultados que apenas parecem ser realistas.

[0014] Em alguns casos, por exemplo, os terminais móveis presentes na área servida têm características mutuamente diferentes, em termos de desempenho e de qualidade, de modo que os parâmetros necessários para as operações de localização são tornados disponíveis para a estação de referência de uma maneira que depende das características do terminal, mas que, devido a rigidez intrínseca de tais sistemas, elas são processadas de maneira uniforme.

[0015] Neste caso, de acordo com a tecnologia anterior, a operação de localização produz resultados mais ou menos precisos, pois as características dos terminais móveis mudam, mas é impossível para o usuário ou para o operador determinar as situações de precisão maior ou menor.

[0016] Em outros casos, a estação de referência tem informação de referência que não é completamente atualizada, por exemplo, sobre as características da estação de radio base, como potência transmitida, tipo de antenas, tipo de equipamento, frequências designadas, de modo que a operação de localização conduzida com base na informação de referência que não é nem atualizada nem

verificada leva, dada a rigidez das ferramentas utilizadas, a resultados completamente errados e inconfiáveis.

[0017] Neste caso, também, é impossível para o usuário ou o operador determinar a qualidade dos resultados obtidos, pois as ferramentas de localização conhecidas não permitem a verificação das características da informação de referência utilizada.

REVELAÇÃO DA INVENÇÃO

[0018] A finalidade da presente invenção é fornecer um sistema e método para identificar a posição de terminais móveis que, embora possam operar sob condições de estado desocupado, são flexíveis e adaptam automaticamente tanto para as características dos terminais móveis a serem localizados quanto à confiabilidade dos parâmetros disponíveis por ocasião em que a operação de localização é conduzida.

[0019] Em particular, a finalidade da presente invenção é um sistema e método que adapta-se à confiabilidade dos parâmetros disponíveis em cada ocasião, tanto quando ele depende das características dos terminais móveis quanto da informação de referência.

[0020] A finalidade é atingida pelo sistema e método correspondente para identificar a posição de terminais móveis conforme reivindicado.

[0021] Em particular, a finalidade é atingida pelo sistema e método correspondente de acordo com a invenção em que a operação de localização é efetuada com meios que são mutuamente diversificados de acordo com o tipo de parâmetros disponíveis na ocasião em que é conduzida a operação de localização do terminal móvel.

[0022] De acordo com outra característica da presente invenção, o sistema e método correspondente são capazes de fornecer além de indicações de localização também parâmetros relacionados à confiabilidade ou precisão da operação de localização, dependendo em cada ocasião no meio de localização e dos parâmetros utilizados.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0023] Esta e outras características da presente invenção deverão tornar-se prontamente aparentes da seguinte descrição de uma versão preferida, fornecida puramente por meio de exemplo não limitativo com o auxílio dos desenhos acompanhantes, nos quais:

A Figura 1 mostra o diagrama arquitetônico do sistema de localização de acordo com a invenção;

A Figura 2 mostra um diagrama de blocos genérico de um terminal móvel do sistema da Figura 1;

A Figura 3 mostra um diagrama de operação relacionado aos terminais móveis do sistema da Figura 1;

A Figura 4 mostra um diagrama de operação relacionado ao sistema e método de acordo com a invenção;

A Figura 5a mostra um tipo de área de localização ou da área de busca obtida por meio do sistema da Figura 1; e

A Figura 5b mostra um tipo adicional de área de localização ou de área de busca obtida por meio do sistema da Figura 1.

MELHOR MODO PARA REALIZAR A INVENÇÃO

[0024] Com referência à Figura 1, o sistema para identificar a posição de terminais móveis (sistema) 10, de acordo com a invenção, compreende uma multiplicidade de terminais móveis (terminais) 12, por exemplo telefones

celulares distribuídos aleatoriamente em um determinado território e cuja posição deve ser identificada, uma rede para telefonia móvel ou celular (rede) 14, com uma pluralidade das estações de rádio base (estações BTS) 16, por exemplo uma rede GSM (Sistema Global para Comunicação Móvel), e uma estação de referência ou referência ou centro de localização de telefone celular (MLC) 15.

[0025] Cada terminal 12 (Figura 1 e Figura 2), de um tipo conhecido, compreende um circuito de radiofrequência (circuito RF) 22, um circuito de controle 25 conectado ao circuito RF 22 e capaz de controlar as atividades do terminal 12, com base em programas armazenados no próprio circuito de controle 25, e uma placa SIM (SIM) 27, conectada de maneira conhecida ao circuito de controle 25.

[0026] A SIM, de um tipo conhecido, compreende programas apropriados tanto para gerenciar e cobrar o tráfego de telefonia como, o que deverá ser descrito em maior detalhe doravante, permitir a localização do próprio terminal 12, por exemplo sob condições de estado desocupado.

[0027] O circuito de controle 25, como é bem conhecido, é capaz, em particular, de medir, periodicamente e por meio do circuito RF 22, valores do campo eletromagnético (medições RF) dentro de um número determinado de canais de frequência (canais) e selecionar entre os ditos canais um número máximo de medições RF, por exemplo até 7 no caso de GSM, correspondentes a um número igual de canais dos quais o terminal 12, dependendo das características construtivas específicas, é capaz de decodificar um código identificador respectivo, por exemplo, o código CGI da estação servidora

ou célula e/ou os códigos ARFCN (Números de Canal de Frequência de Rádio Absolutos) e BSIC (Código de Identidade da Estação Base).

[0028] O SIM 27, de acordo com a presente invenção, e capaz, com módulos de programa apropriados fornecidos por um operador telefônico ou por um gerente do centro MLC 15 e capaz de ser ativado pelo usuário do terminal ou por um operador autorizado, para comandar o circuito de controle 25 para transferir ao próprio SIM 27 as medições e/ou os parâmetros obtidos, e é capaz de transmitir as medições e/ou os parâmetros, por exemplo, na forma de SMS (Mensagens Curtas), ao centro MLC 15. Por exemplo, de acordo com uma versão preferida, o SIM 27 compreende módulos de programa capazes de comandar o terminal 12 para efetuar as funções descritas abaixo.

[0029] Em uma primeira etapa de ativação das funções de localização 210 (Figura 1, Figura 2, e Figura 3), dado um comando de ativação recebido, por exemplo, do circuito de controle 25, o SIM 27 ativa o módulo de programa capaz de permitir gerar e transmitir ao centro MLC 15 os parâmetros necessários para localizar o terminal 12.

[0030] Em uma etapa imediatamente subsequente de verificar as características do terminal (verificação inicial) 220, o SIM 27 verifica, com o auxílio do circuito de controle 25, as características do terminal 12.

[0031] Se, como resultado da dita verificação inicial 220, verifica-se que o terminal 12 tem características tais a ser capaz de interpretar e gerenciar apenas informação sobre a célula servidora (caso afirmativo), o SIM 27 ativa, em seqüência, a etapa de obter o código identificador da

célula servidora (obter CGI) 225 e a etapa de transmitir ao centro MLC 15 uma mensagem SMS contendo a solicitação de localização e apenas o código CGI da célula servidora (transmissão do CGI) 230.

[0032] O centro MLC 15 prosseguirá com a localização do terminal 12, como será descrito em detalhe doravante, iniciando do tipo de informação até agora recebida.

[0033] Se, como resultado da verificação inicial 220, o terminal 12 é encontrado como tendo tais características de modo a ser capaz de interpretar e gerenciar níveis de campo eletromagnéticos (níveis RF) relacionados a várias estações BTS 16 da rede 14 (caso negativo), o SIM 27 prossegue com a etapa de verificar adicionalmente as características do terminal (verificar o nível do terminal) 240 para verificar se o terminal 12 tem características limitadas apenas à interpretação e gerenciamento dos níveis RF da célula servidora e das células adjacentes à célula servidora.

[0034] Se esta limitação existe (caso afirmativo), o SIM 27 ativa, na seqüência, a etapa de obter medições RF e códigos de célula correspondentes (obter medições RF) 245 e a etapa de transmitir para o centro MLC 15 uma mensagem SMS contendo a solicitação de localização, os códigos de célula e as medições de RF (transmitir medições RF) 250.

[0035] O centro MLC 15 prosseguirá para localizar o terminal 12, como será descrito em detalhe doravante, iniciando do tipo de informação até agora recebida.

[0036] Se, como resultado da etapa de verificar o nível do terminal 240, verifica-se que o terminal 12 tem tais características de modo a ser capaz de gerenciar, além dos níveis de RF, também outros parâmetros, em particular de

acordo com a presente versão, o parâmetro TA (Avanço de Tempo) (caso negativo), o SIM 27 ativa em seqüência:

- a etapa de obter medições RF e códigos de célula correspondentes 265;

- a etapa de transmitir ao centro MLC 15 uma primeira mensagem SMS contendo a solicitação de localização, os códigos de célula e as medições RF (transmitir medições RF) 270;

- a etapa de obter o parâmetro TA (285) após um intercâmbio de informação conhecida entre o terminal 12 e o BTS da estação servidora 16; e

a etapa de transmitir ao centro MLC 15 uma segunda mensagem SMS contendo o parâmetro TA (transmitir o parâmetro TA) 290.

[0037] Após esta seqüência de etapas o centro MLC 15 prosseguirá com a localização do terminal 12, como será descrito em detalhe doravante, iniciando do tipo de informação até agora recebida com as mensagens SMS.

[0038] Portanto, com base nos módulos armazenados, por exemplo, no SIM 27, e executados por ele, é possível, de acordo com a presente invenção, enviar ao centro MLC 15 informação e parâmetros tendo um conteúdo informativo diversificado e capaz de permitir, como será descrito em detalhe doravante, localizar os terminais móveis 12.

[0039] A rede 14, de um tipo conhecido, por exemplo, a rede GSM, é capaz de intercambiar, por meio das estações BTS 16, informação de controle tanto sob condições de estado ocupado como de estado desocupado com os terminais 12 e transmitir, por exemplo para o centro MLC 15, as mensagens SMS contendo as medições e/ou os parâmetros

necessários para a operação de localização.

[0040] Em geral, a rede 14 é capaz de permitir o intercâmbio de mensagens e de comunicações entre os terminais 12, presente nos elementos ou pixels do território elementar, e centros de serviço como o centro MLC 15.

[0041] O centro MLC 15 compreende, em uma versão preferida, um computador eletrônico (computador) 55, de tipo conhecido, por exemplo, um Pentium® III com CPU dual com 512 Mbytes de memória RAM interna e sistema operacional Windows® NT e um subsistema conhecido de discos (disco) 52, conectado ao computador 55 e capaz de armazenar, por exemplo, em uma primeira zona 52a, bases de dados de referência e, em uma segunda zona 52b, módulos de processamento ou de programas a serem utilizados para identificar a posição dos terminais 12.

[0042] O centro MLC 15, como será descrito em detalhe doravante, é capaz de identificar, por meio dos módulos de processamento armazenados na zona 52b e com base nas mensagens SMS recebidas dos terminais 12 e nas bases de dados de referência armazenadas na zona 52a, a posição dos terminais 12 e transmitir a informação de posição assim obtida aos centros de serviço autorizados e/ou aos próprios terminais 12, por exemplo, através da rede 14.

[0043] A base de dados de referência (base de dados) armazenada na zona 52a do disco 52 compreende um conjunto de linhas de informação (registros) cujo número é igual, por exemplo, ao número de chamadas que cobrem o território onde o centro MLOC 15 é autorizado a efetuar a operação de localização; cada registro da base de dados compreende, por

exemplo, os seguintes campos:

campo CGI - contém o código identificador da célula, cujo código é, como será prontamente aparente a uma pessoa versada na técnica, uma chave primária para acessar a base de dados pois cada célula é identificada bi-univocamente pelo CGI associado;

campo Posição da Célula ou Sítio - contém as coordenadas geográficas, por exemplo, em latitude e em longitude, da estação BTS 16 ao qual a célula é associada;

campo Características da Antena - contém informação sobre a antena e o aparelho de irradiação correspondente, como:

orientação da antena;

altitude acima do nível do mar do chão onde a antena está posicionada;

altura da antena com referência ao chão;

potência irradiada pela antena;

perdas do aparelho de irradiação;

tipo de antena ou código identificador correspondente a que ela está associada, como será prontamente aparente para uma pessoa versada na tecnologia, uma forma específica do diagrama de irradiação;

centróide da célula (este campo, de acordo com a presente invenção, é opcional);

campo Identificador de Célula Secundário - contém uma chave secundária associada à célula que, embora não identifique a célula de maneira bi-unívoca, permite, como será prontamente aparente para uma pessoa versada na tecnologia, identificar com certeza, entre uma pluralidade de células tendo o mesmo Identificador Secundário, as

células adjacentes à célula que servem ao terminal 12 a ser localizado; em particular, o dito campo, de acordo com a presente versão, contém:

código ARFCN (também denominado Número de Canal de Controle de Irradiação BCCHN0) que mostra o número que corresponde à frequência do canal BCCH que, como é bem conhecido, portou a informação de controle da célula;

código BSIC, também denominado código de cor da célula, que, associado ao código ARFCN, permite identificar um número limitado de células presentes no território, geralmente não adjacentes.

[0044] Os módulos de processamento, armazenados na zona 52b do disco 52, compreendem um número determinado de máquinas de localização, por exemplo, de acordo com a versão aqui descrita, três máquinas de localização, respectivamente capazes tanto de processar os tipos diferentes de informação vindas dos terminais 12 como determinar a posição dos próprios terminais 12 e a precisão da localização.

[0045] Pelo fim de inteireza da descrição, é especificado que a precisão de localização aqui tem o significado do percentil 0,67 do erro de localização derivado e que tal precisão é obtida, por exemplo, experimentalmente dados os resultados de localização derivadas pelas respectivas máquinas de localização.

[0046] Em outros termos, a precisão de localização, de acordo com a presente invenção, é determinada em cada ocasião pelas respectivas máquinas de localização, supondo que em 67% dos casos o erro de localização efetivo é menor que o valor de precisão obtido.

[0047] Os módulos de processamento também compreendem um módulo de controle ou de coordenação capaz de coordenar as funções de localização do centro MLC 15 ativando seletivamente, como será descrito em detalhe doravante, as máquinas de localização à medida que mudar o tipo e a qualidade da informação recebida ou armazenada na base de dados de referência.

[0048] A primeira máquina de localização (máquina CGI), por exemplo, é capaz de identificar a posição dos terminais móveis 12 e a precisão de posicionamento correspondente dada a solicitação de localização contendo apenas informação sobre o código CGI da célula servidora.

[0049] A dita máquina CGI utiliza, em particular a informação "centróide da célula" armazenada na base de dados de referência e designa, por exemplo, o pixel correspondente ao "centróide da célula" como a posição do terminal 12.

[0050] Pelo fim de inteireza, é especificado que o "centróide da célula", além de um valor armazenado na base de dados do centro MLC 15, também pode ter um valor calculado dinamicamente dadas solicitações de localização específicas.

[0051] O cálculo do "centróide da célula" que é considerado de um novo tipo com relação à tecnologia anterior, é conduzido pela realização de uma análise da disposição das células adjacentes à célula servidora e obter, dada esta análise, uma estimativa do formato da célula e de seu centróide.

[0052] Em particular, de acordo com a presente versão, o "centróide da célula" é calculado com base na informação

presente na base de dados, da maneira seguinte:

identificar a estação BTS 16 que está mais próxima da célula servidora e não se situa no mesmo sítio;

determinar a distância "d" entre a estação BTS identificada e a célula servidora;

designar a posição do "centróide da célula" ao pixel tendo a direção de orientação da antena da célula servidora e distância igual a "d/2".

[0053] Além de fornecer o "centróide da célula" como uma estimativa da posição do terminal 12, a máquina CGI fornece, de acordo com outra característica da presente invenção, o valor da precisão da operação de localização conduzida.

[0054] Em particular, a precisão fornecida pela máquina CGI é calculada como uma função linear da distância "d" de acordo com uma expressão do tipo:

$$e_{\text{CGI}} = K_1 * d + K_2$$

em que

e_{CGI} representa a precisão calculada com a máquina CGI;

K_1 representa coeficientes numéricos inferiores a 1, obtidos experimentalmente com base nas medições de campo;

K_2 representa os termos obtidos experimentalmente com base nas medições de campo.

[0055] Por exemplo, foi verificado que, utilizando a metodologia de localização descrita acima, K_1 assume o valor de 3/4 e K_2 assume o valor de 0.

[0056] A segunda máquina de localização (máquina RF), por exemplo, é capaz de identificar a posição dos terminais móveis 12 e a precisão correspondente como resultado das solicitações de localização contendo apenas informação

sobre as medições RF feitas pelo terminal 12.

[0057] A identificação da posição do terminal móvel 12 pela máquina RF, que é considerada de um novo tipo com relação ao estado da técnica, é efetuada da maneira seguinte:

delimitar, com base na informação presente na base de dados do centro MLC 15 sobre a célula servidora, uma área de localização possível ou área de busca do terminal 12 constituída, neste caso, por um setor circular 64 (Figura 1, Figura 5a) em que:

- a referência P indica a posição da estação BTS servidora (BTS servidora);

- a seta indica a direção de orientação da antena da BTS servidora;

- as referências angulares α_1 e α_2 são iguais e têm o valor determinado experimentalmente, por exemplo, 45° no caso de antenas direcionais e 180° no caso de antenas unidirecionais;

- o raio " d_{RF} " do setor circular é calculado da maneira seguinte:

- determinar, com base na informação presente na base de dados sobre as células adjacentes que não ficam no mesmo sítio da célula servidora, as distâncias " d_i " da BTS servidora das estações BTS monitoradas (das quais o centro MLC 15 recebeu as medições de RF);

- designar ao raio " d_{RF} " o valor mínimo entre as distâncias " d_i " assim determinadas; se é verificado que " d_{RF} " tem um valor superior a um predeterminado valor máximo, por exemplo, 30 km, supõe-se que o raio seja igual ao valor predeterminado;

- calcular para cada pixel "Q" da área de busca assim determinada o vetor $E_i(Q)$ da seguinte maneira:

$$E_i(Q) = PRM_i - PR_i(Q)$$

em que:

i é um índice que varia de 0 a n , o índice 0 refere-se à célula servidora, os índices de 1 a n referem-se às células adjacentes à célula servidora e das quais o centro MLC 15 recebeu e utilizou as medições de RF;

PRM_i é o valor da medição de RF, denominado RXLEV no caso das redes GSM, presente no registro de medições do terminal 12, utilizado pelo centro MLC 15 e relacionado à célula i ;

$PR_i(Q)$ é o valor da potência que o terminal 12 receberia de uma estação BTS 16 com índice i no pixel Q calculado de acordo com um modelo de propagação conhecido, por exemplo o modelo denominado, na literatura, RASPUTIN;

- designar ao terminal 12 a posição correspondente ao valor mínimo da seguinte função $f(Q)$, calculada para cada pixel Q da área de busca determinada:

$$f(Q) = \sigma(Q) - r(Q)$$

em que:

$\sigma(Q)$ é o desvio padrão calculado com base nos vetores $E_i(Q)$; e

$r(Q)$ é a média dos valores das potências $PR_i(Q)$ normalizada de modo que $\sigma(Q)$ e o próprio $r(Q)$ têm a mesma média e a mesma variância nos pixels Q da área de busca determinada.

[0058] A função $f(Q)$ acima, determinada experimentalmente, representa uma das maneiras possíveis de identificar a posição dos terminais 12 utilizando as

medições e os parâmetros transmitidos pelo próprio terminal 12, por exemplo, sob condições de estado desocupado, e as medições de campo previsíveis de acordo com a informação armazenada na base de dados de referência.

[0059] A precisão da localização e_{RF} é calculada pela máquina RF da maneira seguinte:

- determinar, de acordo com o número de estações BTS cujas medições de RF foram recebidas e utilizadas, uma figura geométrica, por exemplo, um quadrado com lado "X" contendo as ditas estações BTS;

- calcular a precisão de RF como uma função polinomial do lado "X".

[0060] Por exemplo, a precisão e_{RF} pode ser determinada como uma função polinomial de quinto grau do valor do lado "X" cujos coeficientes são determinados experimentalmente após uma multiplicidade de medições de localização das quais a posição do terminal, isto é, a variável desconhecida, é conhecida, como será prontamente aparente a uma pessoa versada na técnica.

[0061] A terceira máquina de localização (máquina TA) é capaz, por exemplo, de identificar a posição dos terminais móveis 12 e a precisão correspondente e_{TA} seguindo as solicitações de localização contendo informação sobre as medições de RF e o parâmetro TA.

[0062] Para identificar a posição do terminal móvel 12, a máquina TA prossegue conforme segue:

- delimitar, com base na informação presente na base de dados do centro MLC 15 e relacionada à célula servidora, uma área de localização possível do terminal 12 ou da área de busca do terminal 12 a uma coroa angular 66 (Figura 1,

Figura 5b) em que:

- a referência P indica a posição das estações BTS servidoras (BTS servidora);
- a seta indica a direção de orientação da antena da BTS servidora;
- a abertura angular da coroa tem um valor determinado experimentalmente, por exemplo 90° no caso da antena direcional e 360 graus no caso das antenas unidirecionais;
- d1 e d2 são determinados com base nos valores dos parâmetros "k" relacionados ao TA transmitido pelo terminal 12 ao centro MLC 15 conforme estabelecido na seguinte Tabela 1.

Tabela 1

TA(k)	d1 (metros)	d2 (metros)
0	101	601
1	201	901
2	401	1401
$k > 2$	$542 \cdot k - 429$	$542 \cdot k + 571$

- calcular e designar a posição do terminal 12 de maneira equivalente àquela descrita anteriormente para a máquina de RF, mas utilizando, neste caso, como a área de busca a coroa angular 66 assim determinada.

[0063] A precisão de localização e_{TA} é calculada pela máquina TA por meio de uma função linear do parâmetro TA transmitido pelo terminal móvel 12 ao centro MLC 15.

[0064] Esta simplificação é intuitivamente compreensível, pois quanto mais alto o parâmetro TA, tanto mais extensa a área de busca e, conseqüentemente, o erro que a máquina de localização TA pode fazer.

[0065] Em particular, a precisão e_{TA} da máquina TA é

calculada como uma função linear do parâmetro TA de acordo com uma expressão do tipo seguinte:

$$e_{TA}=C1*TA+C2$$

em que:

TA é o valor numérico de 0 a k transmitido pelo terminal 12; e C1 e C2 são duas constantes determinadas experimentalmente.

[0066] Por exemplo, foi verificado que, utilizando a metodologia de localização descrita, os valores das constantes CF1 e C2 são iguais a cerca de 200 metros.

[0067] A operação do sistema de localização de acordo com a invenção é descrita doravante com referência à Figura 4.

[0068] Em uma primeira etapa (ativar a operação de localização) 510, dadas uma ou mais mensagens SMS transmitidas, por exemplo, de um dos terminais 12 (Figura 1, Figura 4) e contendo a solicitação de localização, o computador 55 ativa, por exemplo, o módulo de co-ordenação armazenado no disco 52, para iniciar o procedimento para efetivamente localizar o terminal 12.

[0069] Em uma etapa de verificação subsequente (verificar a presença do código CGI) 520, o computador 55 do centro MLC 15 verifica, por exemplo por meio do módulo de co-ordenação, se entre a informação transmitida está presente o código CGI identificador da célula servidora do terminal móvel 12.

[0070] Se o dito código CGI não está presente (caso negativo), o computador 55 ativa uma etapa para a transmissão de uma mensagem de erro 525 ao terminal 12 ou ao centro solicitador da localização, para indicar a

impossibilidade de efetuar a operação de localização.

[0071] Se o código CGI está presente (caso afirmativo), uma etapa é ativada para verificar ainda a informação recebida (verificar a presença do CGI sozinho) 530.

[0072] Se a informação transmitida contém o código CGI sozinho (caso afirmativo), o computador 55 ativa a etapa de calcular a localização e a precisão 535 da máquina CGI, conforme descrito e, quando de seu término, a etapa de transmitir a informação de localização e de precisão 590, por exemplo para o terminal 12 ou para o centro solicitador.

[0073] Se a etapa de verificar a presença do CGI sozinho 530 mostra que a informação sobre células adjacentes à célula servidora também está presente (caso negativo), o computador 55 prossegue com a etapa de verificar a confiabilidade da informação transmitida 540.

[0074] Nesta etapa 540, considerado um elemento característico adicional da presente invenção, o computador 55 confere o número e o conteúdo da informação transmitida (informação da célula), em particular os códigos ARFCN e BSIC, e os compara com a informação presente na base de dados contida no disco 52 para identificar os códigos CGI das células adjacentes à célula servidora.

[0075] Durante a dita conferência ou etapa de verificação 540, se o computador 55 verifica que alguma informação de célula não é consistente, por exemplo não correspondem a células adjacentes à célula servidora, então o computador desconsidera a informação da célula inconsistente como não confiável e retém apenas a informação de célula considerada confiável.

[0076] A etapa de verificação 540, como será prontamente aparente a uma pessoa versada na tecnologia, permite verificar tanto o conteúdo da informação de célula transmitida como o conteúdo da informação na base de dados.

[0077] Dada a proporção entre o número de itens de dados da célula considerados confiáveis (J) e o número de itens de dados da célula transmitidos (I), o computador efetua, alternativamente, as etapas seguintes.

[0078] Se a proporção J/I, por exemplo, é inferior a um limite predeterminado, por exemplo o limite de 50%, o computador 55 considera a informação não confiável e ativa em sequência a etapa de cálculo da localização e da precisão 535, utilizando a máquina CGI e operando como se a informação da célula não havia chegado, e a etapa de transmitir a informação de localização e de precisão 590.

[0079] Se, por exemplo, a proporção J/I é igual ou maior que o limite predeterminado, o computador 55 considera a informação confiável e ativa uma etapa de verificação adicional (verificação da presença do TA) 550.

[0080] A verificação da presença do TA 550 é feita para selecionar de modo alternativo, respectivamente a máquina de RF ou a máquina de TA descritos acima.

[0081] Em particular, se o parâmetro TA não foi transmitido (caso negativo), o computador 55 ativa a etapa de calcular a localização e a precisão 555 da máquina de RF, conforme descrito e, quando de seu término, a etapa de transmitir a informação de localização e de precisão 590, por exemplo, para o terminal 12 ou para o centro solicitador.

[0082] Se o parâmetro TA foi transmitido (caso

afirmativo), o computador 55 ativa a etapa de calcular a localização e a precisão 565 da máquina TA, conforme descrito e, quando de seu término, a etapa de transmitir a informação de localização e de precisão 590.

[0083] Portanto, por meio do conjunto de etapas descritas e com base na arquitetura proposta, o sistema 10 de acordo com a invenção é capaz de permitir localizar os terminais móveis de acordo com as características dos próprios terminais 12, a qualidade da informação recebida e ao da informação presente na base de dados de referência.

[0084] A invenção foi descrita tomando como referência as medições transmitidas pelos terminais 12 ao centro MLC 15 utilizando mensagens SMS.

[0085] Naturalmente, as características do sistema e do método descritos não variam no caso de modos diferentes para transmitir a informação ou se a dita informação é transmitida diretamente pela rede, também sob condições de estado ocupado.

[0086] A invenção foi descrita tomando como referência três máquinas de localização e iguais tipos de informação fornecidos pelos terminais.

[0087] Naturalmente, o número de máquinas e os tipos de informação poderiam ser diferentes daqueles descritos sem assim modificar o aspecto inventivo de utilizar de maneira alternativa ou, possivelmente, de maneira complementar informações e máquinas de localização mutuamente diversificados.

[0088] Modificações ou variações óbvias na descrição acima são possíveis, nas dimensões, formatos, materiais, componentes, elementos de circuito, conexões e contatos,

bem como nos detalhes do circuito e da construção aqui ilustrados e do método operacional sem assim desviar do espírito da invenção conforme estabelecido nas reivindicações que seguem.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para identificar as posições de terminais móveis (12) em um território determinado, compreendendo:

- dispositivos (12, 14, 27) capazes de transmitir informação tendo um conteúdo que depende das posições dos ditos terminais móveis (12) e de características dos ditos terminais móveis associadas ao gerenciamento de parâmetros relacionados à localização;

- pelo menos um centro de referência (15) capaz de processar a dita informação com base nos dados de referência com relação ao equipamento de rede (14) capaz de servir aos ditos terminais móveis (12) para a finalidade de identificar as posições dos ditos terminais móveis (12);

caracterizado pelo fato do centro de referência (15) compreender:

- módulos de validação capazes de verificar seletivamente e validar a dita informação; e

- módulos de localização capazes de serem ativados seletivamente e alternativamente com base na dita informação validada para identificar as posições dos ditos terminais móveis (12) com base na dita informação validada.

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato do dito centro de referência (15) compreender:

- módulos de precisão, capazes de determinar valores de precisão associados às posições identificadas dos ditos terminais móveis (12) com base nas características correspondentes dos ditos módulos de localização.

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de:

- os ditos terminais móveis (12) compreenderem os ditos dispositivos (27).

4. Método para identificar as posições de terminais móveis (12) em um determinado território, compreendendo a etapa de:

- transmitir informação tendo um conteúdo que depende das posições dos ditos terminais móveis (12) e de características dos ditos terminais móveis associadas ao gerenciamento de parâmetros relacionados à localização;

caracterizado por incluir ainda as etapas de:

- verificar e validar por meio de um centro de referência (15) a dita informação com base nos dados de referência com relação ao equipamento de rede (14) capaz de servir os ditos terminais móveis (12);

- ativar seletivamente um módulo de localização entre um grupo de módulos de localização com base na dita informação validada;

- identificar as posições dos ditos terminais móveis (12) através do dito módulo de localização com base na dita informação validada.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** por incluir a etapa adicional de:

- determinar valores de precisão das posições identificadas dos ditos terminais móveis (12) com base nas características correspondentes dos ditos módulos de localização.

6. Método, de acordo com a reivindicação 4 ou 5, **caracterizado** pelo fato da etapa de transmitir informação compreender as etapas de:

- identificar seletivamente as características dos

ditos terminais móveis (12) associadas ao gerenciamento de parâmetros relacionados à localização;

- transmitir informação tendo um conteúdo informativo que depende das ditas características dos ditos terminais móveis (12).

7. Terminal móvel para o sistema como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** por compreender:

- um módulo de verificação (27) capaz de verificar as ditas características do dito terminal móvel (12) associadas ao gerenciamento de parâmetros relacionados à localização;

- um módulo de medição, configurado para ser ativado pelo dito módulo de verificação para realizar medições de localização com base nas ditas características verificadas;
e

- um circuito de transmissão (22, 27) capaz de transmitir seletivamente informação relacionada às medições de localização.

8. Centro de referência para identificar as posições de terminais móveis (12), compreendendo:

- módulos de recepção capazes de receber informação tendo um conteúdo que depende das posições dos ditos terminais móveis (12) e de características dos ditos terminais associadas ao gerenciamento de parâmetros relacionados à localização;

- módulos de processamento capazes de determinar as posições dos ditos terminais móveis (12) com base na dita informação e nos dados de referência com relação ao equipamento da rede (12) capaz de servir aos terminais

móveis (12) em um território determinado;

caracterizado pelo fato dos ditos módulos de processamento compreenderem:

- módulos de validação capazes de verificar seletivamente e validar a dita informação; e

- módulos de localização capazes de serem ativados seletivamente e alternativamente com base na dita informação validada para identificar as posições dos ditos terminais móveis (12) com base na dita informação validada.

9. Centro de referência, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato dos ditos módulos de localização compreenderem:

- pelo menos uma máquina de localização capaz de identificar as posições dos ditos terminais móveis (12) com base na informação validada que compreende um código de identificação capaz de identificar um determinado aparelho (16) capaz de servir a um terminal móvel (12).

10. Centro de referência, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato da dita máquina de localização ser capaz de identificar as ditas posições ao associar ao dito código identificador um determinado centróide de célula.

11. Centro de referência, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato dos ditos módulos de localização compreenderem:

- pelo menos uma máquina de localização capaz de identificar as posições dos ditos terminais móveis (12) com base na informação validada que compreende medições de RF.

12. Centro de referência, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato da dita máquina

de localização ser capaz de identificar as posições dos ditos terminais móveis (12) em um setor angular tendo dimensões determinadas com base nas ditas medições de RF e nos ditos dados de referência.

13. Centro de referência, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato dos ditos módulos de localização compreenderem:

- pelo menos uma máquina de localização capaz de identificar as posições dos ditos terminais móveis (12) com base na informação validada contendo medições de RF e um parâmetro indicativo de uma distância de um terminal móvel de um aparelho (16) capaz de servir ao dito terminal móvel.

14. Centro de referência, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pelo fato da dita máquina de localização ser capaz de identificar as posições dos ditos terminais móveis (12) em uma coroa angular tendo dimensões determinadas com base nas ditas medições de RF, do dito parâmetro e dos ditos dados de referência.

15. Centro de referência, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 8 a 14, **caracterizado** pelo fato dos ditos módulos de processamento compreenderem:

- módulos de precisão capazes de determinar valores de precisão das posições dos ditos terminais móveis (12) com base nas características correspondentes dos ditos módulos de localização.

1/4

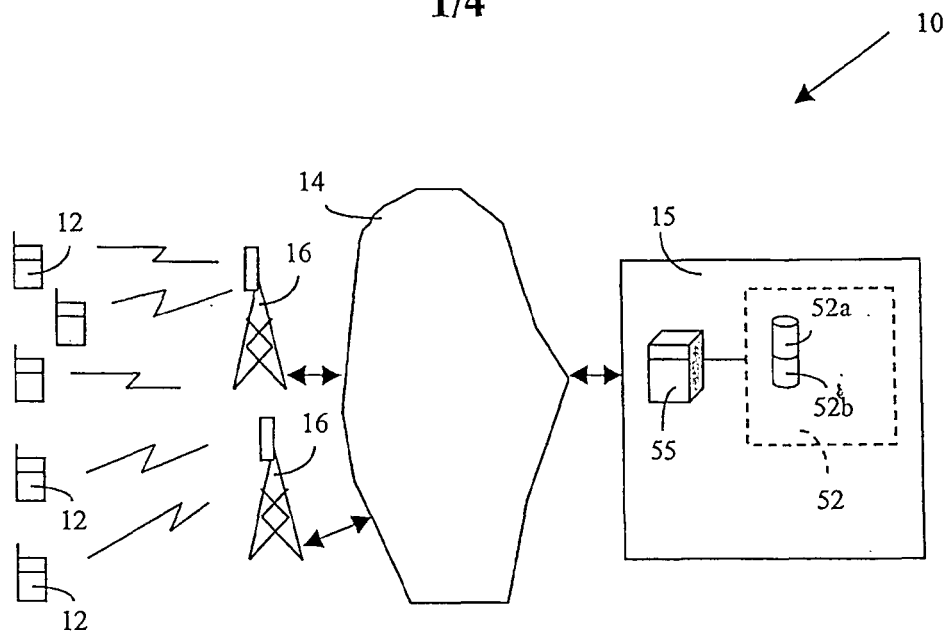


Fig. 1

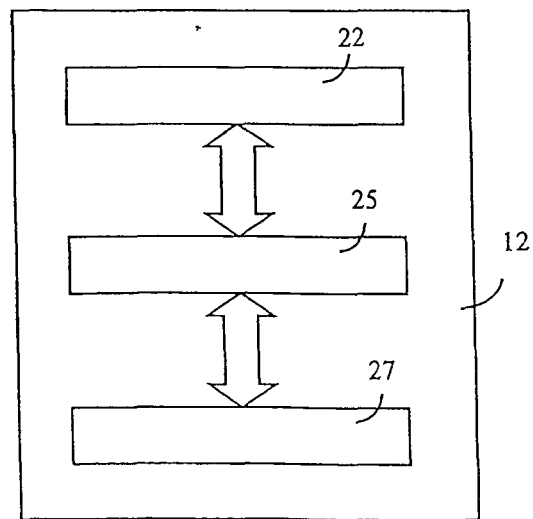


Fig. 2

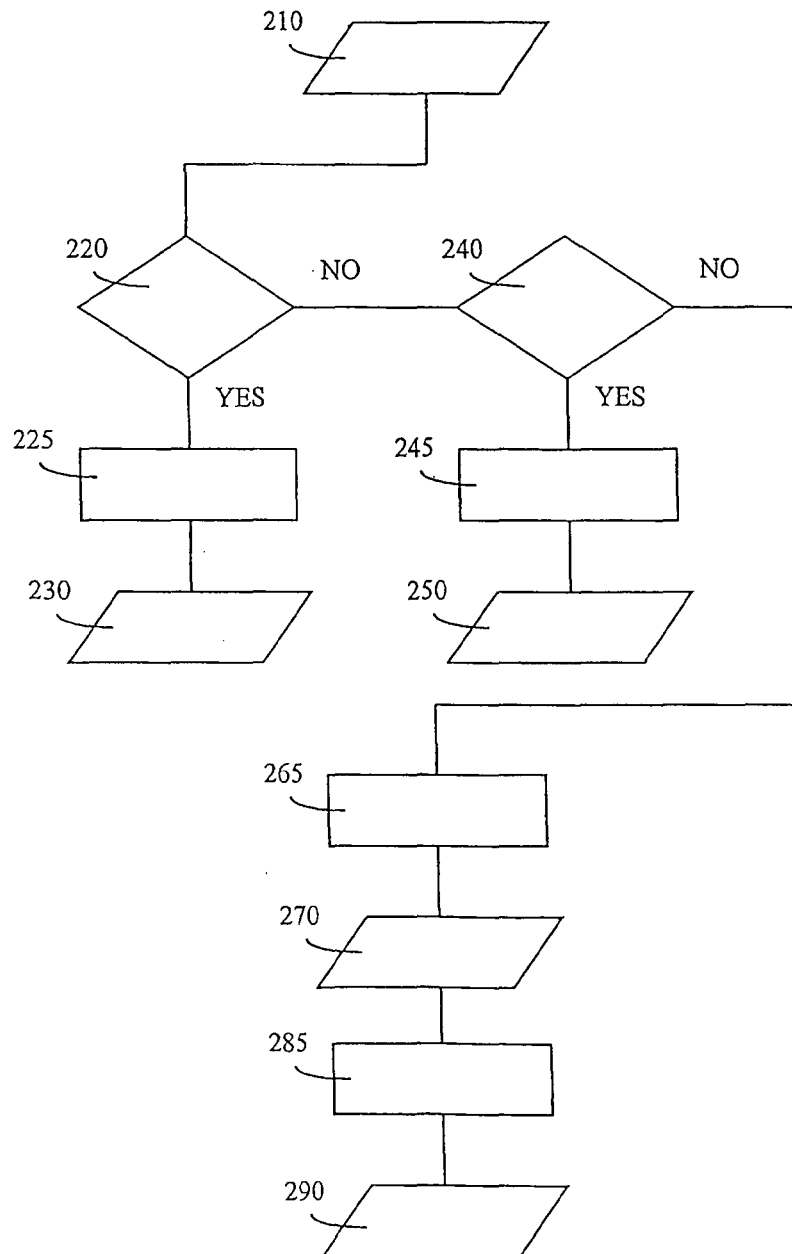


Fig. 3

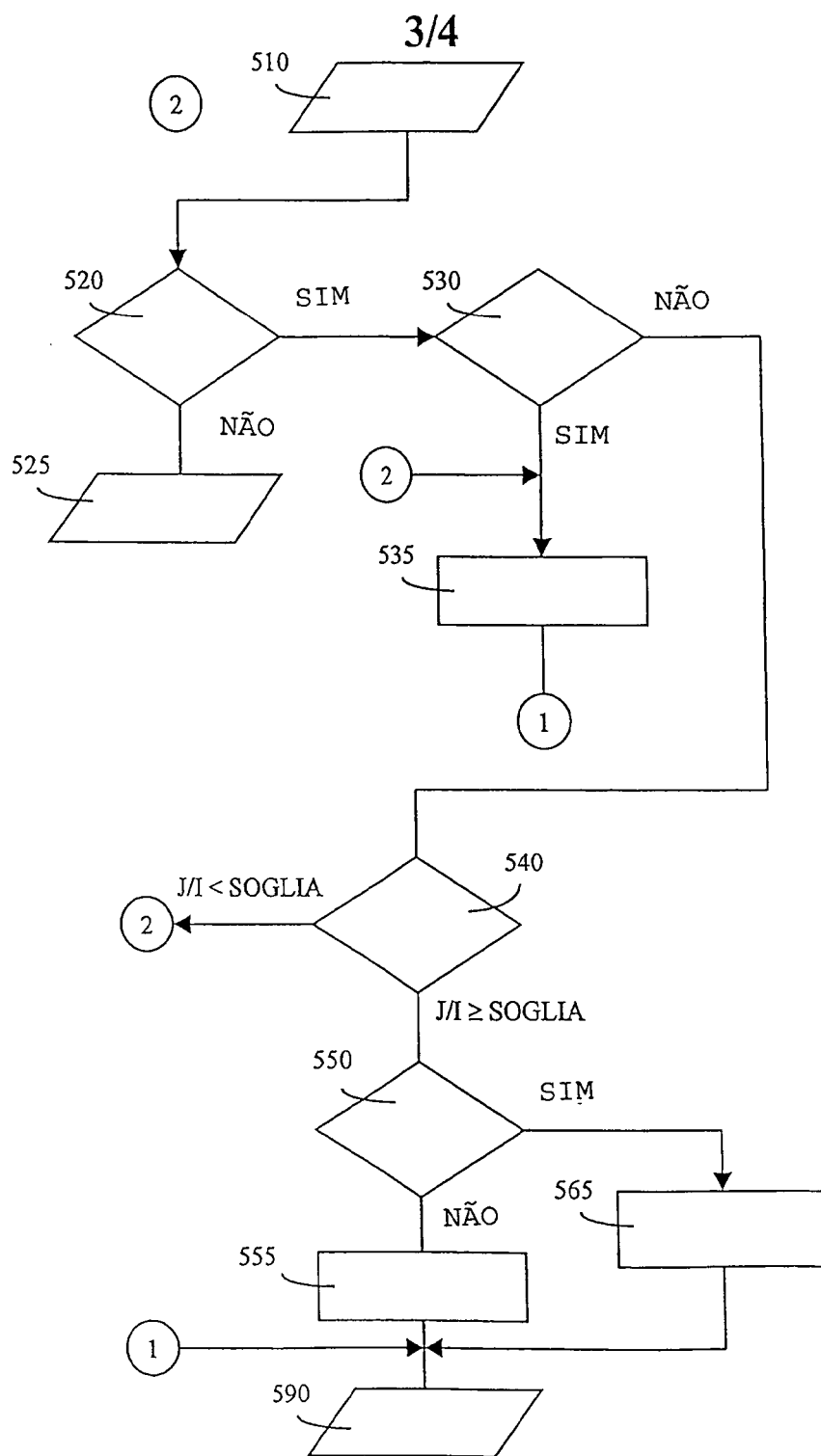


Fig. 4

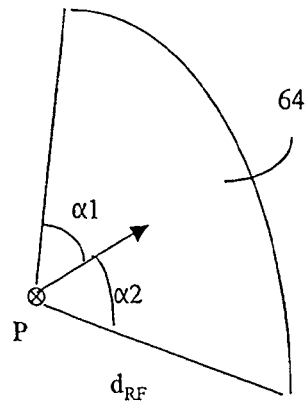


Fig. 5a

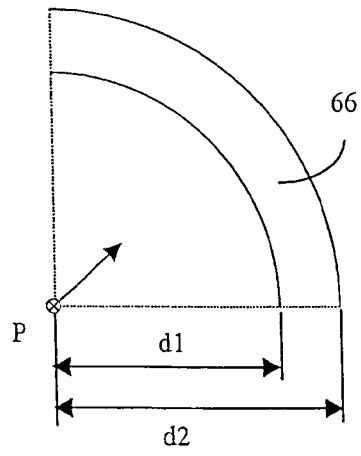


Fig. 5b