



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 102014030937-3 B1



(22) Data do Depósito: 10/12/2014

(45) Data de Concessão: 04/05/2021

(54) Título: SISTEMA DE SENSORIAMENTO REMOTO DE EQUIPAMENTOS UTILIZANDO UM ARRANJO CHAVEADO DE ANTENAS DIRETIVAS PARA TRANSFERÊNCIA DE DADOS ENTRE UM CENTRO DE OPERAÇÃO E DISPOSITIVOS DE AUTOMAÇÃO TELECOMANDADOS

(51) Int.Cl.: H01Q 3/00; G08C 17/02.

(52) CPC: H01Q 3/005; G08C 17/02; G08C 2201/71.

(73) Titular(es): COMPANHIA ENERGETICA DE PERNAMBUCO - CELPE; UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE.

(72) Inventor(es): MARCOS TAVARES DE MELO; MAURICIO MORAES LOBO SANTOS.

(57) Resumo: SISTEMA DE SENSORIAMENTO REMOTO DE EQUIPAMENTOS UTILIZANDO UM ARRANJO CHAVEADO DE ANTENAS DIRETIVAS PARA TRANSFERÊNCIA DE DADOS ENTRE UM CENTRO DE OPERAÇÃO E DISPOSITIVOS DE AUTOMAÇÃO TELECOMANDADOS. Trata a presente patente de invenção um arranjo de antenas inteligentes, chaveado, para sistemas de supervisão tipo SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition, traduzido para Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados), proporcionando uma comunicação confiável, via rádio, entre o Centro de Operação Integrada - COI, com os dispositivos de automação telecomandados, utilizados em proteção em redes de distribuição de energia elétrica. O sistema proposto controla a direção do lóbulo principal do diagrama de radiação do arranjo variando a fase da alimentação individual das antenas, aumentando o ganho da potência transmitida, evitando assim que sejam instaladas estações repetidoras entre o COI e o dispositivo alvo. Sistemas SCADA são tipicamente usados em concessionárias de serviços de distribuição de energia, gás, água, entre outros, que tenham a necessidade de usar telemetria para conectar equipamentos separados por grandes distâncias.

**SISTEMA DE SENSORIAMENTO REMOTO DE EQUIPAMENTOS
UTILIZANDO UM ARRANJO CHAVEADO DE ANTENAS
DIRETIVAS PARA TRANSFERÊNCIA DE DADOS ENTRE UM
CENTRO DE OPERAÇÃO E DISPOSITIVOS DE AUTOMAÇÃO
TELECOMANDADOS**

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção descreve um sistema de sensoriamento remoto de equipamentos utilizando um arranjo chaveado de antenas para transferência de dados entre um centro de operação e dispositivos de automação telecomandados. Mais especificamente compreende um arranjo de antenas inteligentes, chaveado, para sistemas de supervisão tipo SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*, traduzido para Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados), proporcionando uma comunicação confiável, via rádio, entre o Centro de Operação Integrada (COI), com os dispositivos de automação telecomandados, utilizados em proteção em redes de distribuição de energia elétrica, evitando assim que sejam instaladas estações repetidoras entre o COI e o dispositivo alvo.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] Nas operações de telemetria, a conexão entre os equipamentos separados por grandes distâncias é realizada através de Sistemas SCADA, tipicamente usados em concessionárias de serviços de distribuição de energia, gás, água, entre outros. Nestes sistemas, são utilizados softwares para monitorar e supervisionar as variáveis e os dispositivos de sistemas de controle conectados através de controladores específicos.

[003] Devido à dificuldade de comunicação entre o Centro de Operação Integrada (COI) e os dispositivos de automação

telecomandados via rádio, o COI deixa de enviar tele-sinais e receber telecomandos, contribuindo para a redução da Qualidade de Serviço (QoS, em inglês, *Quality of Service*) do fornecimento de energia elétrica. Desligamentos na rede elétrica, programados ou não, associados à falta de comunicação do Centro de Operação com as chaves religadoras localizadas na região acarretam uma elevação do tempo para restabelecimento das condições normais de fornecimento de energia elétrica, incorrendo em prejuízos para a empresa de distribuição e para os consumidores.

[004] Quando os dispositivos de automação telecomandados, via rádio, se encontram em regiões aonde a vegetação, edificações ou outros obstáculos venham prejudicar as comunicações com o COI, uma solução descrita no estado da técnica para efetivar a comunicação é utilizar a linha discada, celular, satélite ou fibra óptica. No entanto, as três primeiras alternativas têm custo mensal fixo, visto que devem ser utilizados serviços de concessionárias de telecomunicação. A colocação de fibra óptica é uma solução de custo inicial elevado e proibitivo para acessar um dispositivo alvo único.

[005] Uma segunda solução é a implantação de estações repetidoras para transmitir o sinal até o dispositivo alvo. No entanto, essa solução exige um estudo para verificar a relação custo-benefício, levando em consideração a topologia e a disponibilidade de terreno para a estação repetidora.

[006] No Brasil, todas as empresas concessionárias de energia elétrica utilizam Sistemas SCADA, com a comunicação via enlace de rádio em regiões menos desenvolvidas e não supridas por fibras ópticas.

[007] O documento PI0617129 descreve um método e aparelho para

transmissão e recepção de dados em sistema de comunicação sem fio que possui antenas inteligentes, compreendendo uma série de unidades de transmissão e recepção sem fio e pelo menos um ponto de acesso.

[008] O documento PI0511368 descreve um método e sistema de uso de antenas inteligentes no estabelecimento de rede de retorno, onde cada antena inteligente é configurada para gerar uma série de feixes direcionais.

[009] No entanto, as alternativas previstas no estado da técnica ainda apresentam interferências e interrupção do sinal ou área de sombra, afetando fortemente a comunicação entre o COI e o dispositivo alvo e, conseqüentemente, a qualidade de serviço (QoS) da concessionária, medida pelo indicadores (a) Tempo Médio de Atendimento (TMA), que reflete o tempo médio que uma determinada concessionária gasta para restabelecer o fornecimento de energia após a ocorrência de um defeito; (b) Duração Equivalente por Consumidor (DEC), que reflete o tempo que cada consumidor de um certo grupo ficou, em média, sem atendimento de eletricidade; e (c) Frequência Equivalente por Consumidor (FEC), que exprime o número de interrupções, em média, que cada consumidor sofreu.

[0010] A distância, o relevo, a vegetação e as construções no percurso entre os dispositivos e a base podem prejudicar a comunicação via rádio, deixando esses dispositivos em regiões de sombra. Um aumento na intensidade do sinal muitas vezes é suficiente para vencer os diversos obstáculos do percurso e restabelecer a comunicação, eliminando as regiões de sombra. Porém, os rádios utilizados, tanto na base, como nos dispositivos, já se encontram operando em potência máxima. Além disso, deseja-se

evitar a instalação de novas estações repetidoras de sinal.

[0011] Dessa forma, é objeto da presente invenção um sistema de sensoriamento remoto de equipamentos utilizando antenas diretivas para transferência de dados entre um centro de operação e dispositivos de automação telecomandados através de enlace de rádio, estabelecendo uma comunicação confiável e segura entre o centro de operação e os dispositivos de automação nas regiões de sombra, impactando diretamente na melhoria dos índices de Tempo Médio de Atendimento (TMA), Duração Equivalente por Consumidor (DEC) e Frequência Equivalente por Consumidor (FEC). Um arranjo de antenas diretivas, dessa forma, permite o controle da direção do lóbulo principal do seu diagrama de radiação. Com isso, o alcance de transmissão do sinal se torna bem maior, o que dispensa a instalação de estações repetidoras do sinal.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[0012] A figura 1 apresenta a representação esquemática do sistema chaveado de antenas inteligentes realizando a comunicação entre o COI e os dispositivos de automação.

[0013] A figura 2 apresenta o diagrama de blocos do sistema chaveado de antenas inteligentes na comunicação entre o COI e um dispositivo de automação.

[0014] A figura 3 apresenta a representação esquemática do sistema de antenas inteligentes.

[0015] A figura 4 apresenta o fluxograma do método de controle do arranjo de antenas.

[0016] A figura 5 apresenta a antena diretiva do tipo Yági-Uda de sete elementos reproduzida no ambiente gráfico do *software* CST STUDIO SUITE 3D EM e a figura 5A apresenta o padrão de radiação da

antena diretiva Yági-Uda de sete elementos simulada no *software* CST STUDIO SUITE 3D EM.

[0017] A figura 6 apresenta o diagrama de radiação do arranjo simulado para $\theta_1 = \theta_3 = 0^\circ$ e $\theta_2 = \theta_4 = -180^\circ$.

[0018] A figura 7 apresenta Diagrama de radiação do arranjo simulado para $\theta_1 = \theta_4 = 0^\circ$, $\theta_2 = -120^\circ$ e $\theta_3 = -240^\circ$.

[0019] A figura 8 apresenta o diagrama de radiação do arranjo simulado para $\theta_1 = 0^\circ$, $\theta_2 = -60^\circ$, $\theta_3 = -120^\circ$ e $\theta_4 = -180^\circ$.

[0020] A figura 9 apresenta o diagrama de radiação do arranjo simulado para $\theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta_4 = 0^\circ$.

[0021] A figura 10 apresenta o diagrama de radiação do arranjo simulado para $\theta_1 = 0^\circ$, $\theta_2 = 60^\circ$, $\theta_3 = 120^\circ$ e $\theta_4 = 180^\circ$.

[0022] A figura 11 apresenta o diagrama de radiação do arranjo simulado para $\theta_1 = \theta_4 = 0^\circ$, $\theta_2 = 120^\circ$, $\theta_3 = 240^\circ$.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0023] O sistema de sensoriamento remoto de equipamentos utilizando um arranjo chaveado de antenas para transferência de dados entre um centro de operação e dispositivos de automação telecomandados, objeto da presente invenção, compreende antenas inteligentes (A) atualmente voltadas a radares e comunicações móveis, para o sensoriamento remoto de dispositivos de automação telecomandados (DA_1, DA_2, \dots, DA_n) dispostos em uma região, utilizados tanto para proteção como para medição, dito sistema que controla a direção do lóbulo principal do diagrama de radiação das antenas (A), aumentando o alcance de transmissão e elevação do nível de potência do sinal, dispensando a instalação de estações repetidoras.

[0024] O sistema objeto da presente invenção está orientado à

aplicação na automação de sistemas de distribuição/transmissão de energia elétrica, preferentemente, mas aplicável a empresas de distribuição de gás e de água, ditos sistemas de telemetria que necessitam de um sistema de comunicação digital de dados confiável entre os dispositivos de automação e o Centro de Operação Integrada (COI) para fornecer o serviço aos consumidores, atendendo aos índices de desempenho exigidos que, no caso da energia elétrica, podem ser citados: níveis de tensão máximos e mínimos, número de interrupção do fornecimento e duração da interrupção do fornecimento.

[0025] O sistema consiste em uma estação radiobase (RB) que se comunica com todos os dispositivos de automação telecomandados (DA_1, DA_2, \dots, DA_n) da região, concentra as informações e as envia para o centro de operação (COI), conforme apresentado na figura 1.

[0026] Na estação radiobase (RB) normalmente é utilizada uma antena (A) do tipo colinear de dipolos dobrados com diagrama de radiação omnidirecional e ganho máximo em torno de 6 dBi.

[0027] Nos dispositivos de automação (DA) preferentemente é empregada antena (A) do tipo diretiva.

[0028] O sistema chaveado de antenas inteligentes (A) permite o controle na direção de radiação do sinal, proporcionando um alcance de transmissão bem maior se comparado ao sistema atualmente utilizado - sistema adaptativo, onde a ponderação das fases e amplitudes de alimentação das antenas é realizada de forma dinâmica, com o sistema inteligente decidindo baseado em diversas variáveis qual a ponderação necessária para realizar o controle da direção do feixe.

[0029] O sistema chaveado proposto é composto por um arranjo de

antenas diretivas (A), defasadores (def) controlados digitalmente, um divisor/combinador (div) e um microcontrolador (mic), conforme apresentado na figura 2.

[0030] O arranjo de antenas compreende antenas do tipo diretiva (A) dotadas de elemento refletor (Ref), excitador (Exc) e diretores (dir). As antenas (A) são posicionadas lateralmente, com um espaçamento entre duas antenas consecutivas de um quarto de comprimento de onda da frequência central da banda de operação.

[0031] Os circuladores (C) permitem que o sistema funcione nos dois sentidos de comunicação, ou seja transmissão da estação radiobase (RB) para a chave religadora (Crelig) e recepção [da chave religadora (Crelig) para a radiobase (RB)].

[0032] Cada circulador (C) apresenta faixa de frequência de operação de 400 a 470 MHz, isolamento típica maior que 15 dB, VSWR típico menor que 1,5:1, perda por inserção típica menor que 1 dB, potência máxima de operação maior que 100 W, com os conectores sendo do tipo N-fêmea (50 ohms) ou SMA-fêmea (50 ohms).

[0033] Os amplificadores (amp) são responsáveis pelo ajuste do ganho do sinal no sentido da transmissão e recepção. Cada amplificador (amp) deve apresentar faixa de frequência de operação de 400 a 470 MHz, potência de saída maior que 5 W e ganho maior que 20 dBi.

[0034] Os defasadores (def) permitem o controle digital da fase das correntes de alimentação das antenas (A) e devem ser dispositivos bidirecionais, ou seja, as duas portas devem funcionar como entrada ou saída. Cada defasador (def) apresenta faixa de frequência de operação entre 400 a 470 MHz, perda por inserção menor que 11 dB, VSWR menor que 2:1, velocidade de chaveamento de 500 ns,

potência de operação de 100 mW, potência máxima de entrada (pico) de 1 W e número de bits de 8.

[0035] O divisor/combinador (div) opera na faixa de UHF e tem 4 saídas/entradas balanceadas, ou seja, divide o sinal de entrada em 4 partes iguais, ou combina 4 sinais de entrada para formar apenas um.

[0036] O divisor/combinador (div) apresenta faixa de frequência de operação entre 400 a 470 MHz, fator de divisão de 1 :4 (6 dB), VSWR menor que 1,5 :1, perda por inserção menor que 1 dB, perda total em cada porta de saída menor que 7 dB, isolamento entre as portas de saída maior que 15 dB e potência de operação em cada porta maior que 10 W.

[0037] O rádio UHF (R_{UHF}) é responsável pela modulação/demodulação em radiofrequência dos dados durante o processo de comunicação entre a estação radiobase (RB) e as chaves religadoras (Crelig).

[0038] O microcontrolador (mic) faz a interpretação do dispositivo de destino e gera o controle digital a ser enviado para os defasadores (def), dito microcontrolador (mic) dotado de memória, oscilador interno de 16 MHz; conversores AD de 10 bits; comparadores analógicos e conversores DA.

[0039] O controlador do Arranjo de Antenas (CAT) tem a função de fornecer saídas digitais para os defasadores (def) (8 bits cada saída), utilizados no formato de feixe, com base na análise do endereço destino das chaves, que é obtido através do quadro DNP 3.0, conforme apresentado na figura 4. Após o direcionamento do lóbulo formado pelo arranjo de antenas (A) para a chave destino contido no endereço analisado, o quadro com as informações enviadas pelo COI é transmitido na direção da chave religadora (Crelig). Após receber o

quadro DNP3 com as informações, a chave religadora (Crelig) envia a resposta (outro quadro DNP3) para o Centro de Operação (COI). Este mesmo quadro irá passar pelo Controle do Arranjo de Antenas (CAT), seguindo para o Centro de Operação (COI). O sistema atuará como um repetidor das informações passadas pela chave.

[0040] Para a simulação do diagrama de radiação do arranjo de antenas foi utilizado o software CST STUDIO SUITE 3D EM. Uma antena do tipo Yági-Uda de 7 elementos foi reproduzida no ambiente gráfico do *software* e seu diagrama de radiação foi simulado, conforme apresentado na figura 5. A antena (A) está posicionada com seus elementos na vertical e sua orientação em relação ao diagrama polar da Fig. 5A é 90° . Ainda na Fig. 5A é possível verificar que o arranjo simulado apresenta uma diretividade de 10,8 dBi e um ângulo de meia potência de $51,8^\circ$ para uma frequência de 426,475 MHz.

[0041] Quatro antenas idênticas foram posicionadas lateralmente com um espaçamento entre duas consecutivas de meio comprimento de onda da frequência central da banda de operação (426,475 MHz) para formar o arranjo. Mantendo-se as amplitudes de alimentação das antenas constantes e iguais, variando-se apenas as fases, é possível apontar o feixe principal do arranjo para sete direções diferentes. Denominando a fase de alimentação da primeira antena do arranjo de θ_1 , a da segunda de θ_2 , a da terceira de θ_3 e a da quarta de θ_4 , e simulando o diagrama de radiação no CST para $\theta_1 = \theta_3 = 0^\circ$ e $\theta_2 = \theta_4 = -180^\circ$, obtém-se o resultado da Fig. 6, que evidencia um diagrama de radiação com dois lóbulos principais, cada um com ganho de 9,3 dBi e ângulo de meia potência de $27,8^\circ$, o primeiro tem uma direção de 16° e o segundo de 164° .

[0042] Fazendo agora $\theta_1 = \theta_4 = 0^\circ$, $\theta_2 = -120^\circ$ e $\theta_3 = -240^\circ$, e

simulando o diagrama de radiação do arranjo no CST, chega-se ao resultado da Fig. 7. Esse resultado apresenta um lóbulo principal com diretividade de 11,1 dBi, ângulo de meia potência de 21° e direção de 45° .

[0043] Simulando o diagrama de radiação no CST para $\theta_1 = 0^\circ$, $\theta_2 = -60^\circ$, $\theta_3 = -120^\circ$ e $\theta_4 = -180^\circ$, obtém-se o resultado da Fig. 8. O diagrama de radiação do arranjo da Fig. 8 apresenta um lóbulo principal com diretividade de 15,6 dBi, ângulo de meia potência de $23,3^\circ$ e direção de 75° .

[0044] Realizando a simulação no CST do diagrama de radiação do arranjo para $\theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta_4 = 0^\circ$, obtém-se o resultado apresentado na Fig. 9. Esse diagrama do arranjo apresenta um lóbulo principal com ganho de 16,9 dBi, ângulo de meia potência de $23,7^\circ$ e direção de 90° .

[0045] Simulando, agora, para $\theta_1 = 0^\circ$, $\theta_2 = 60^\circ$, $\theta_3 = 120^\circ$ e $\theta_4 = 180^\circ$, obtém-se o diagrama de radiação mostrado na Figura 10. Esse resultado de simulação apresenta um lóbulo principal com ganho de 15,6 dBi, ângulo de meia potência de $23,3^\circ$ e direção de 105° .

[0046] E por último, fazendo $\theta_1 = 0^\circ$, $\theta_2 = 60^\circ$, $\theta_3 = 120^\circ$ e $\theta_4 = 180^\circ$, obtém-se o resultado da Fig. 11 para o diagrama de radiação do arranjo. A Figura 11 apresenta um lóbulo principal com ganho de 11,1 dBi, ângulo de meia potência de 21° e direção de 135° .

[0047] A simulação realizada permite verificar que, variando-se apenas as fases de alimentação das antenas do arranjo, é possível apontar o lóbulo principal do sistema de antenas inteligentes para sete direções diferentes (16° , 45° , 75° , 90° , 105° , 135° e 164°) com uma diretividade pelo menos 3 dB maior que a diretividade do arranjo de antenas colineares utilizado usualmente nas estações radiobase. Isso

significa que se houvesse 7 dispositivos de automação localizados nessas direções, o sistema de antenas inteligentes proposto seria capaz de realizar uma comunicação com alto ganho e domínio sobre a orientação do lóbulo principal da radiação. Os piores casos encontram-se nas direções 16° e 164° , que apresentaram um ganho de 9,3 dBi, mas ainda assim, 3 dB maior que o ganho do arranjo de antenas colineares de 6 dBi empregado usualmente.

REIVINDICAÇÕES

1. SISTEMA DE SENSORIAMENTO REMOTO DE EQUIPAMENTOS UTILIZANDO UM ARRANJO CHAVEADO DE ANTENAS DIRETIVAS PARA TRANSFERÊNCIA DE DADOS ENTRE UM CENTRO DE OPERAÇÃO E DISPOSITIVOS DE AUTOMAÇÃO TELECOMANDADOS caracterizado por compreender:
 - a) Um centro de operação (COI) que transmite um quadro DNP3 para a chave religadora (Crelig);
 - b) Uma chave religadora (Crelig) que envia um quadro DNP3 de resposta ao centro de operação (COI);
 - c) dispositivos de automação telecomandados (DA) preferentemente dotados de antena (A) do tipo diretiva;
 - d) uma estação radiobase (RB) com antena (A) preferentemente do tipo colinear de dipolos dobrados com diagrama de radiação omnidirecional e ganho máximo em torno de 6 dBi que se comunica com os dispositivos de automação (DA_1, DA_2, \dots, DA_n), concentra as informações e as envia para o centro de operação (COI);
 - e) um arranjo de antenas do tipo diretiva (A) dotadas de elemento refletor (Ref), excitador (Exc) e diretores (dir), ditas antenas (A) posicionadas lateralmente, com um espaçamento entre duas antenas consecutivas de um quarto de comprimento de onda da frequência central da banda de operação;
 - f) circuladores (C) que realizam a transmissão da estação radiobase (RB) para a chave religadora (Crelig) e recepção da chave religadora (Crelig) para a radiobase (RB);

- g) uma rádio UHF (R_{UHF}) responsável pela modulação/demodulação em radiofrequência dos dados durante o processo de comunicação entre a estação radiobase (RB) e as chaves religadoras (Crelig);
 - h) amplificadores (amp) para o ajuste do ganho do sinal no sentido da transmissão e recepção dos dados durante o processo de comunicação entre a estação radiobase (RB) e as chaves religadoras (Crelig);
 - i) defasadores bidirecionais (def) para o controle digital da fase das correntes de alimentação das antenas (A)
 - j) um divisor/combinador (div)
 - k) um microcontrolador (mic) **que** faz a interpretação do dispositivo de automação (DA) de destino e gera o controle digital a ser enviado para os defasadores (def),
 - l) um controlador do Arranjo de Antenas (CAT) que fornece saídas digitais para os defasadores (def) com base na análise do endereço destino das chaves.
2. SISTEMA DE SENSORIAMENTO REMOTO DE EQUIPAMENTOS UTILIZANDO UM ARRANJO CHAVEADO DE ANTENAS DIRETIVAS PARA TRANSFERÊNCIA DE DADOS ENTRE UM CENTRO DE OPERAÇÃO E DISPOSITIVOS DE AUTOMAÇÃO TELECOMANDADOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do circulador (C) apresentar faixa de frequência de operação de 400 a 470 MHz, isolação típica maior que 15 dB, VSWR típico menor que 1,5:1, perda por inserção típica menor que 1 dB, potência máxima de operação maior que 100 W, com os conectores sendo do tipo N-fêmea (50 ohms) ou SMA-fêmea (50 ohms).

3. SISTEMA DE SENSORIAMENTO REMOTO DE EQUIPAMENTOS UTILIZANDO UM ARRANJO CHAVEADO DE ANTENAS DIRETIVAS PARA TRANSFERÊNCIA DE DADOS ENTRE UM CENTRO DE OPERAÇÃO E DISPOSITIVOS DE AUTOMAÇÃO TELECOMANDADOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do amplificador (amp) apresentar faixa de frequência de operação de 400 a 470 MHz, potência de saída maior que 5 W e ganho maior que 20 dBi.
4. SISTEMA DE SENSORIAMENTO REMOTO DE EQUIPAMENTOS UTILIZANDO UM ARRANJO CHAVEADO DE ANTENAS DIRETIVAS PARA TRANSFERÊNCIA DE DADOS ENTRE UM CENTRO DE OPERAÇÃO E DISPOSITIVOS DE AUTOMAÇÃO TELECOMANDADOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato dos defasadores (def) apresentarem faixa de frequência de operação entre 400 a 470 MHz, perda por inserção menor que 11 dB, VSWR menor que 2:1, velocidade de chaveamento de 500 ns, potência de operação de 100 mW, potência máxima de entrada (pico) de 1 W e número de bits de 8.
5. SISTEMA DE SENSORIAMENTO REMOTO DE EQUIPAMENTOS UTILIZANDO UM ARRANJO CHAVEADO DE ANTENAS DIRETIVAS PARA TRANSFERÊNCIA DE DADOS ENTRE UM CENTRO DE OPERAÇÃO E DISPOSITIVOS DE AUTOMAÇÃO TELECOMANDADOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do divisor/combinador (div) operar na faixa de UHF e apresentar 4 saídas/entradas balanceadas, apresentando faixa de frequência de operação entre 400 a 470 MHz, fator de divisão de 1 :4 (6 dB), VSWR

menor que 1,5 :1, perda por inserção menor que 1 dB, perda total em cada porta de saída menor que 7 dB, isolamento entre as portas de saída maior que 15 dB e potência de operação em cada porta maior que 10 W.

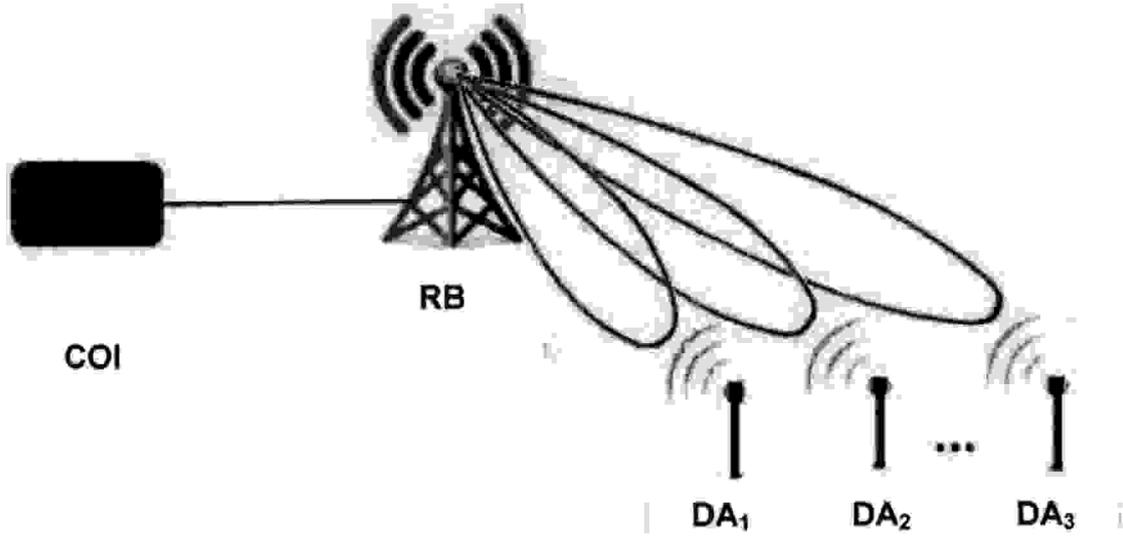


Figura 1

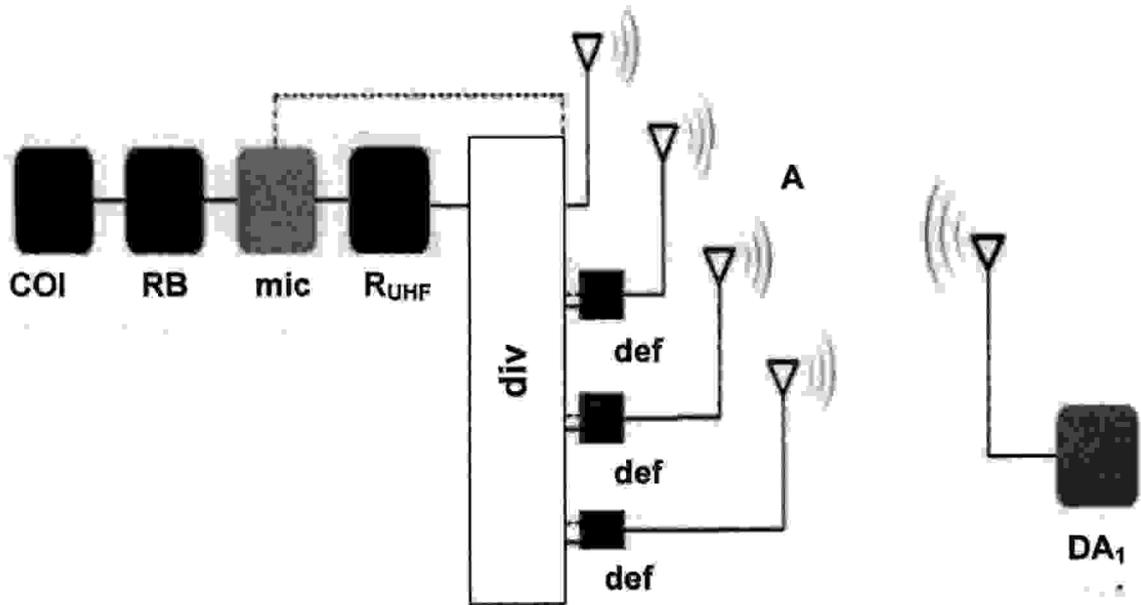


Figura 2

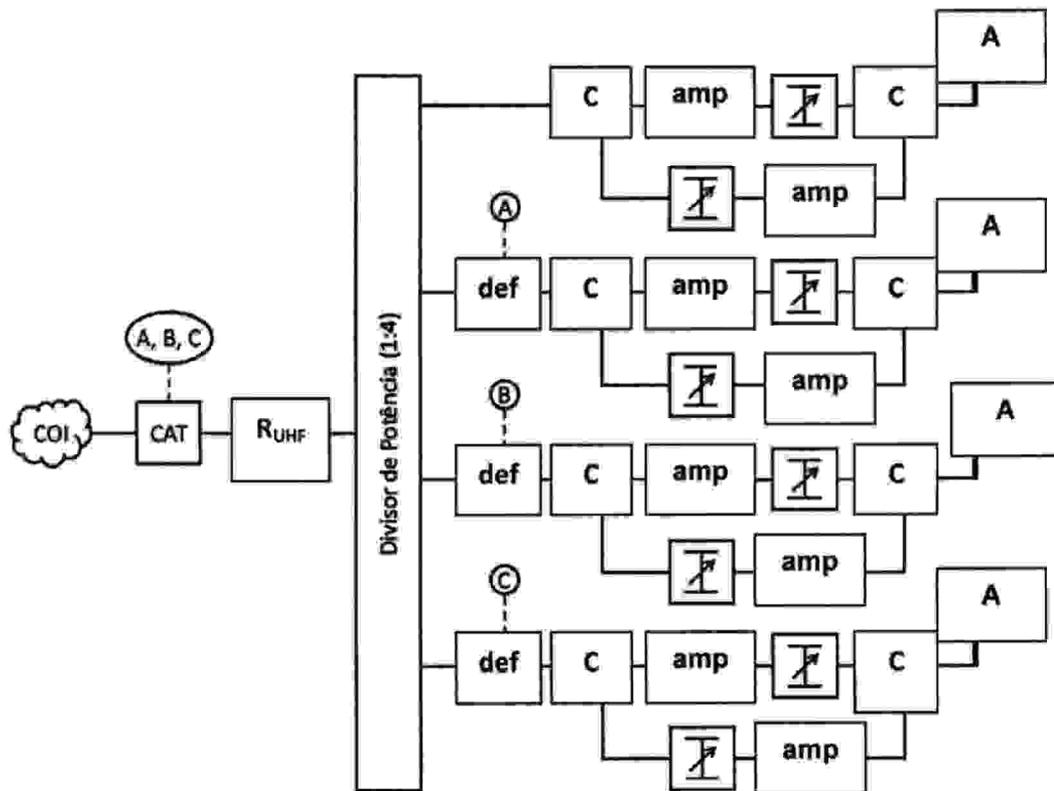


Figura 3

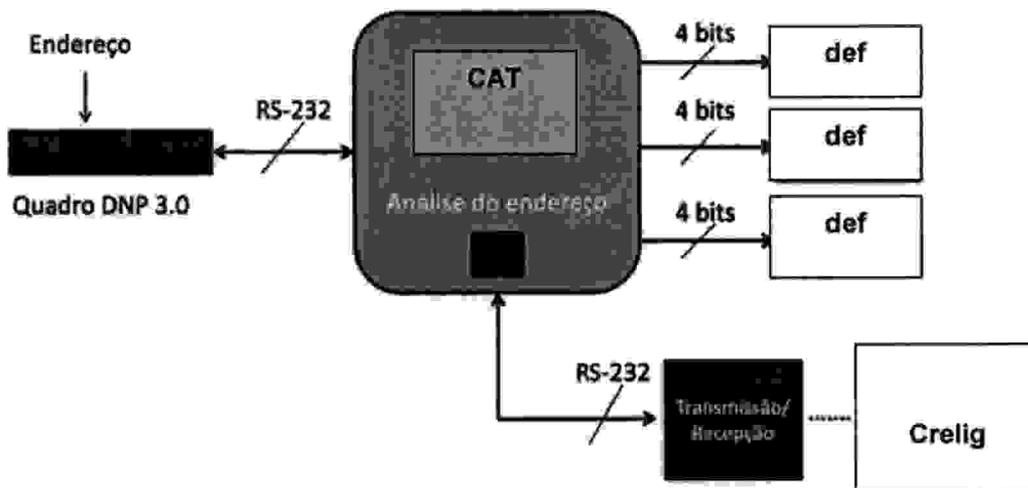


Figura 4

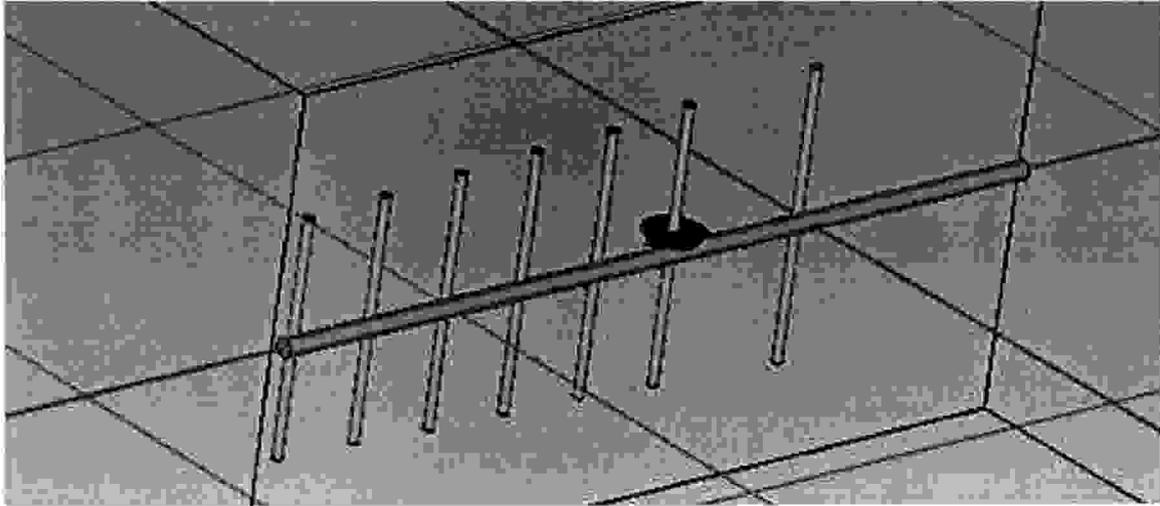


Figura 5

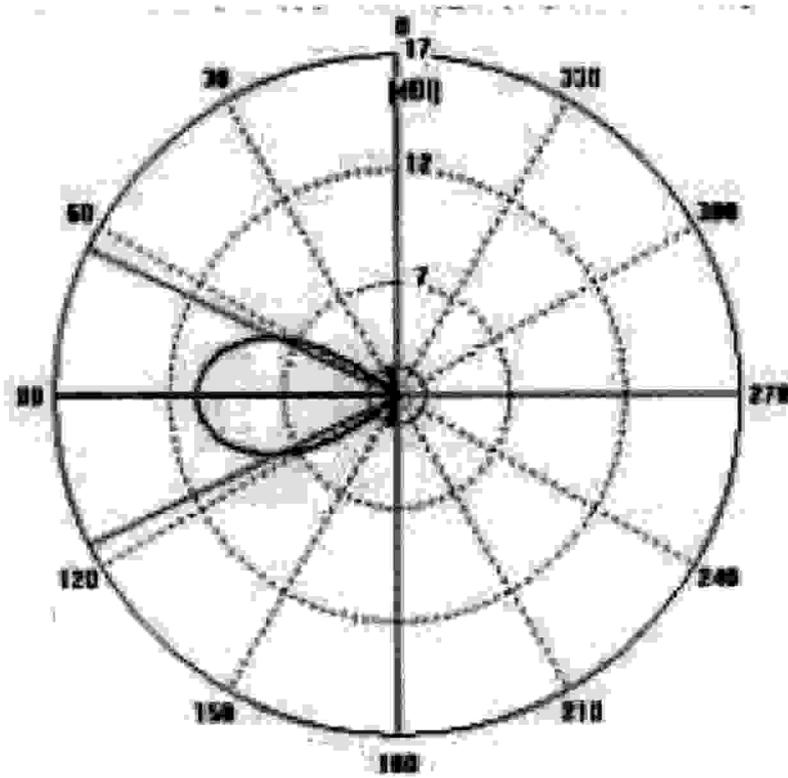


Figura 5A

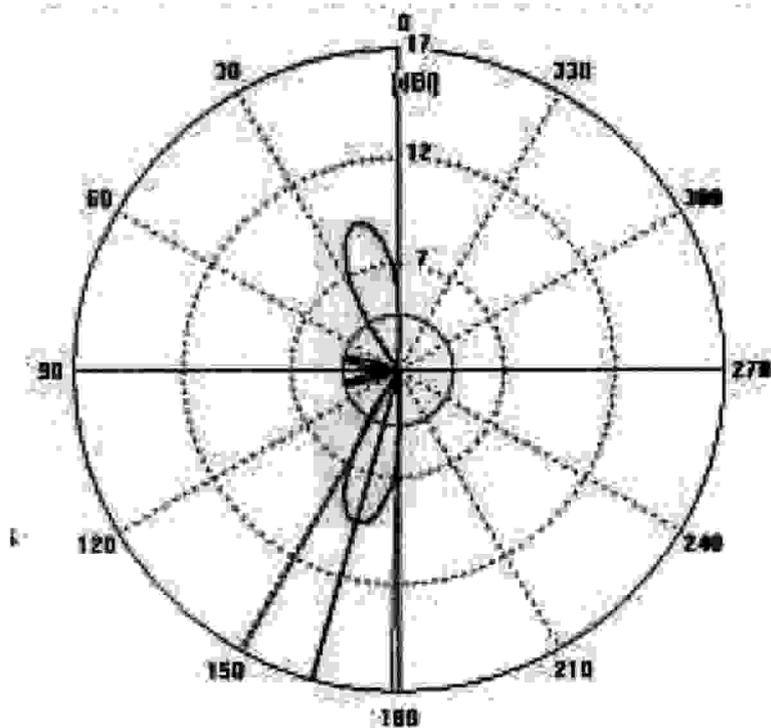


Figura 6

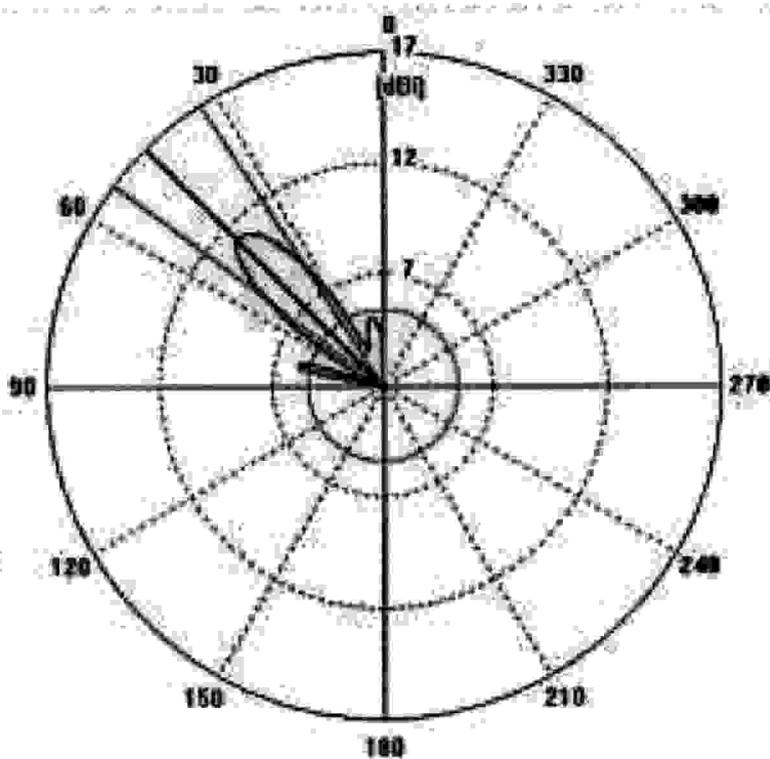


Figura 7

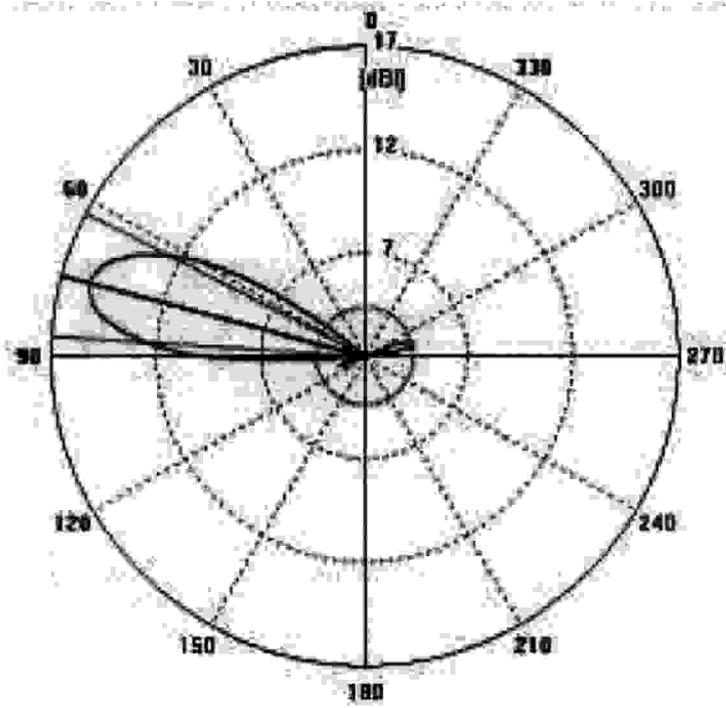


Figura 8

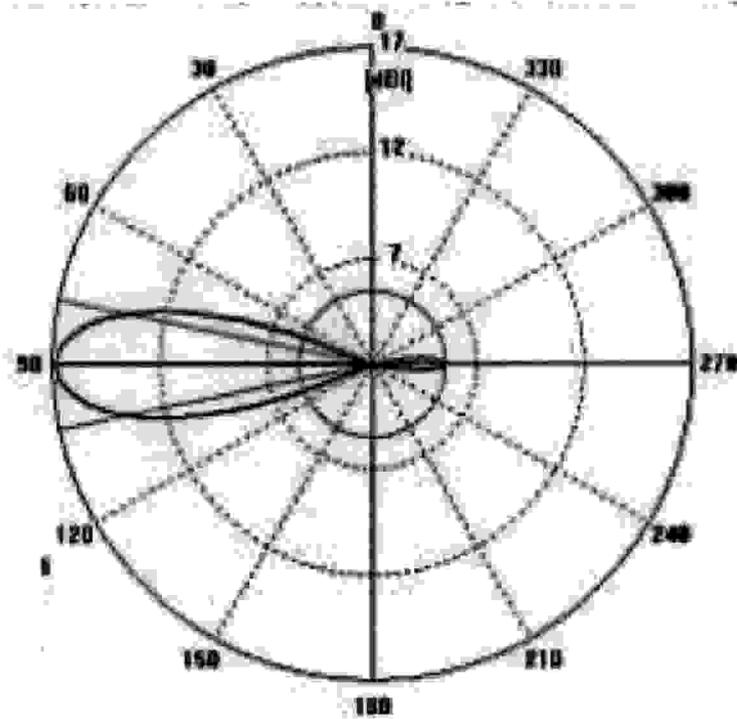


Figura 9

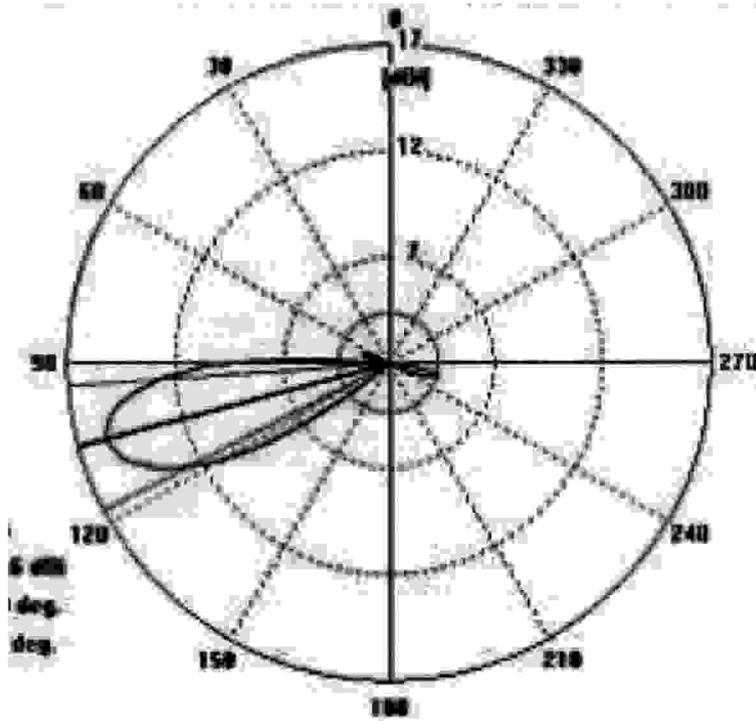


Figura 10

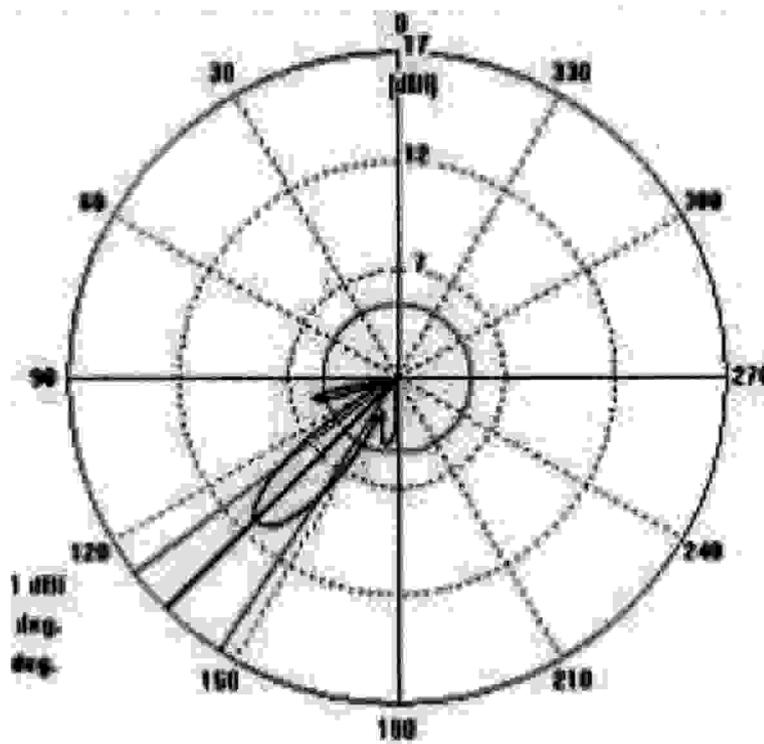


Figura 11