

UM SISTEMA DIGITAL DE CONTROLE DE POSIÇÃO PARA ORIENTAÇÃO DE ANTENAS DIRECIONAIS VIA COMPUTADOR

Valdery Sousa, Elder E. C. de Oliveira, Yanko B. C. Belmiro e Paulo H. da F. Silva¹

CEFET-PB/GTEMA – Grupo de Telecomunicações e Eletromagnetismo Aplicado
Av. 1º de Maio, 720 Jaguaribe, CEP: 58015-430 – João Pessoa, PB, Brasil
E-mail: henrique@cefetpb.edu.br

RESUMO

Este artigo descreve um sistema digital de controle de posição para a orientação de antenas direcionais via computador, resultado de um trabalho de iniciação científica realizado com alunos do Curso de Sistemas de Telecomunicações do CEFET-PB. Este projeto interdisciplinar teve um caráter estritamente didático, reunindo principalmente aspectos de programação, eletrônica, telecomunicações e mecânica. A lógica do sistema de controle foi implementada num programa desenvolvido em linguagem C, chamado de SADA – *Sistema Automatizado para Direcionamento de Antenas*, que gera os sinais de controle em resposta aos comandos dados pelo usuário. A priori todo o trabalho foi baseado no controle digital do ângulo de azimute para uma antena receptora.

PALAVRAS-CHAVE: antenas; propagação; processamento de sinais; controle digital.

1. INTRODUÇÃO

Este artigo descreve a etapa inicial de um projeto de iniciação científica, na área de antenas espertas, realizado no laboratório do GTEMA-CEFET/PB, que consistiu na construção de um sistema automático para o direcionamento de antenas (SADA). O objetivo inicial foi realizar de forma automatizada o posicionamento angular de uma antena receptora num sistema de comunicação ponto-ponto. Para isto, o ângulo de azimute da antena é estabelecido por um atuador (motor de passo acoplado com sistema mecânico de redução), possibilitando uma resolução angular da ordem de cerca de um grau por passo.

O protótipo inicial foi feito a partir de componentes re-aproveitados ou encontrados no comércio local, visando sempre o menor custo. As antenas e os módulos transmissor e receptor de rádio frequência (RF) e as antenas utilizadas fazem parte do Kit didático SIP-360 fabricado pela Science Instruments Co, Fig. 1.

O *hardware* do sistema de controle do SADA consiste de duas interfaces eletrônicas, cujos circuitos digitais realizam o processamento de sinais adequado para estabelecer uma comunicação codificada, via cabo, entre um computador remoto e o atuador no local de medição.

O kit didático-experimental SIP-360 utilizado consiste de um rádio-enlace ponto-ponto, composto dos módulos transmissor e receptor, operando em 850 MHz. Nos procedimentos de medição com este kit, a orientação das antenas deve ser feita de forma manual, com auxílio de uma carta polar. O manuseio repetitivo das antenas torna o procedimento experimental tedioso e demorado, resultando em erros de medição. A implementação do SADA para o kit SIP-360 automatizou as medições e trouxe benefícios que serão abordados neste artigo.

Além da melhoria do kit SIP-360, este protótipo do SADA constitui as bases para aplicações futuras bastante interessantes, como por exemplo, envolvendo DOA – *Direction Of Arrival*, *Beamforming* e antenas espertas.

2. DESCRIÇÃO DO PROJETO SADA

O protótipo inicial do sistema SADA consiste basicamente no posicionamento do ângulo de azimute de uma antena receptora de um rádio-enlace ponto-ponto através de um motor de passo. Este está acoplado à haste da antena através de uma caixa de redução mecânica. O controle de posição é feito através do computador via teclado. Para isto foi escrito um programa em C que envia uma sequência de bits na porta paralela, que, por sua vez fará com que a antena gire. Essa sequência de bits é codificada antes da transmissão de dados via cabo até o local de medição, onde um decodificador fornece os dados necessários para o acionamento do motor via um circuito *drive*. O giro do motor será dado de acordo com o número de passos pré-estabelecido pelo programa; o ângulo em graus é fornecido pelo usuário. A Fig. 2 apresenta um diagrama de blocos do sistema SADA.

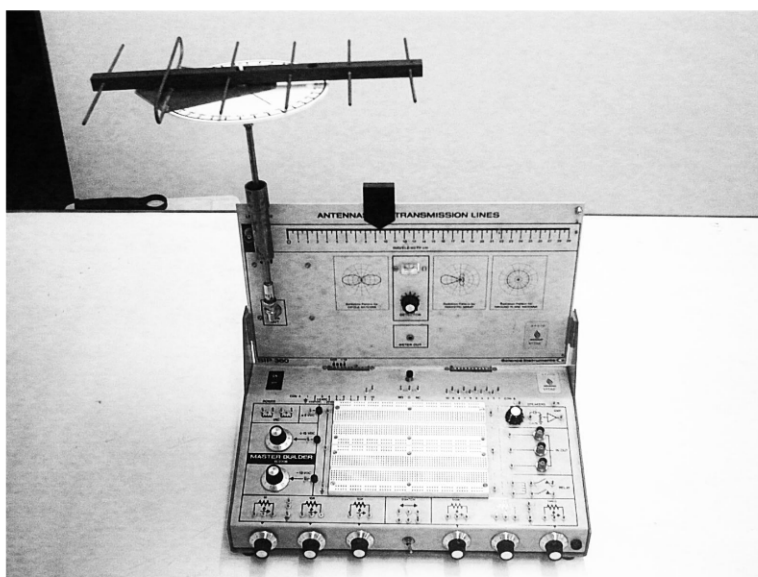


Figura 1: Módulo de RF do kit SIP-360 com haste, carta polar e antena transmissora Yagi.

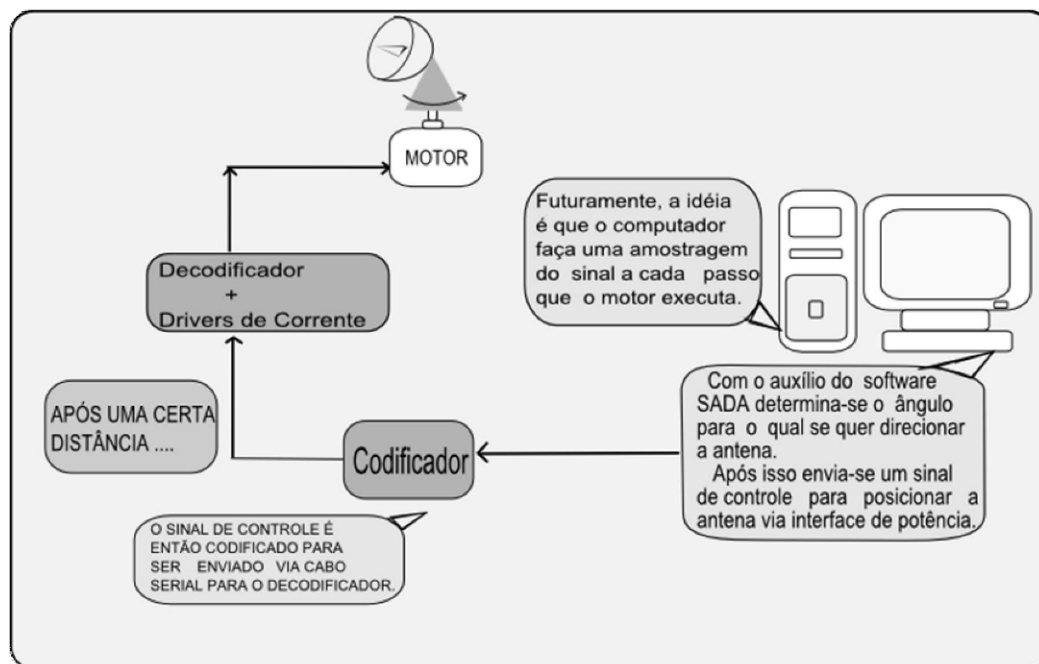


Figura 2: Diagrama de blocos do SADA.

O ponto de partida foi a elaboração da interface, através da porta paralela, entre o computador e um motor de passo. Primeiro escreveu-se um programa em C para enviar dados de 4 bits (*nibbles*) à porta paralela do computador. Este programa gera uma sequência de *nibbles* para o acionamento do motor de passo. Um exemplo de implementação em linguagem C é apresentado na Fig. 3.

```
#include<stdio.h>
#include<conio.h>
#include<math.h>
#include<dos.h>

#define port 0x378 /*Define a porta como sendo a paralela*/

void main(){
    int f,i=0,dt,rep;
    int seq[4]={0,4,12,8};
    int seq1[4]={2,3,1,0},graus=0,passos=0;

    clrscr();
    printf("Entre com o desvio, em graus, da antena.\n");
    scanf("%d",&graus); /*Lê o ângulo em graus que o usuário deseja para a antena*/
    passos=100*graus/360;

    for(f=0;f<passos;f++)
    {
        delay(1000);
        outportb(port,255-seq[i]);
        outportb(port,255-seq1[i]); /*Esta instrução e a anterior manda para a porta paralela
        os bits, por exemplo se o dado for 3, manda 0011 -- em lógica invertida : 255 - 3*/

        printf("Byte numero %d enviado. Data: %d\n",f,seq[i]);
        printf("Byte numero %d enviado. Data: %d\n",f+1,seq1[i]);
        i++;
        if(i==4) i=0;
    }
    outportb(port,255); delay(3*1000);

    getch();
}
```

Figura 3: Programa escrito em C para acionamento de motores de passo.

Na execução do programa da Fig. 3 os bits de controle são enviados para a porta paralela do computador. O programa espera que o usuário determine o ângulo de azimuth para direcionar a antena a partir da posição em que ela está. Após fazer a devida conversão de ângulos em passos do motor, o programa envia as seqüências de bits para a porta paralela através da função *outportb()*, em que, a porta paralela está definida no endereço 0X378.

A segunda etapa do projeto foi a construção do circuito eletrônico de interface com o computador, que recebe os sinais da porta paralela através de quatro acopladores ópticos 4N35, isolando eletricamente o computador do *hardware* do SADA. Dada a simplicidade deste circuito, sua placa eletrônica teve uma construção manual, Fig. 4.

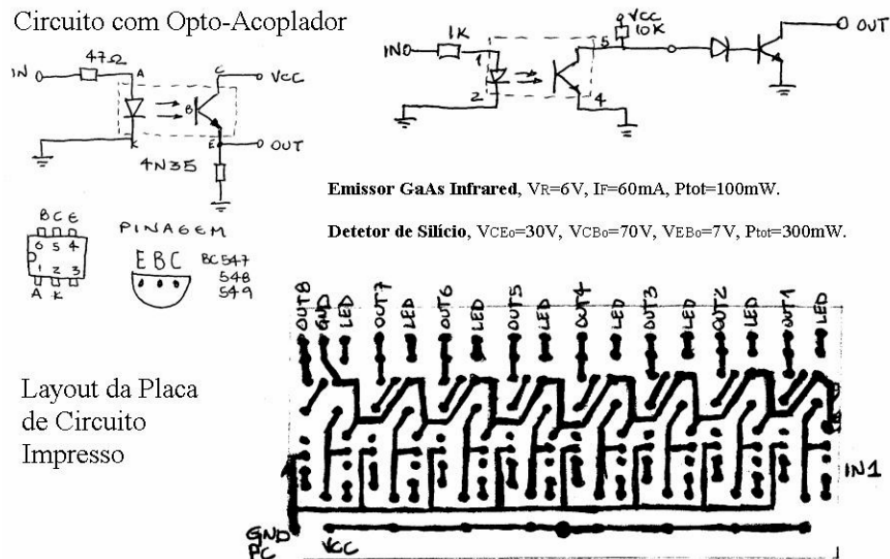


Figura 4: Circuito opto-acoplador e *layout* da placa de circuito impresso para oito bits.

O circuito codificador/decodificador foi baseado por de CIs MC145026/MC145027 da Motorola. As informações necessárias para o projeto destes circuitos podem ser encontradas nos *Datasheets* destes circuitos integrados, que estão disponíveis em diversos *sites* na Internet. Basicamente, o codificador pode ser pensado como um multiplexador de 4 para 1 bit, enquanto o decodificador faz a função de demultiplexador de 1 para 4 bits. Ambos os circuitos possuem 4 bits de dados e cinco bits para endereçamento. Os bits de endereço contém o código de comunicação e seus valores devem ser idênticos no codificado/decodificador para que a comunicação seja realizada.

O último circuito componente do *hardware* do SADA é o circuito *drive* de alimentação de motores de passo, baseado no CI ULN2003, Fig. 5.

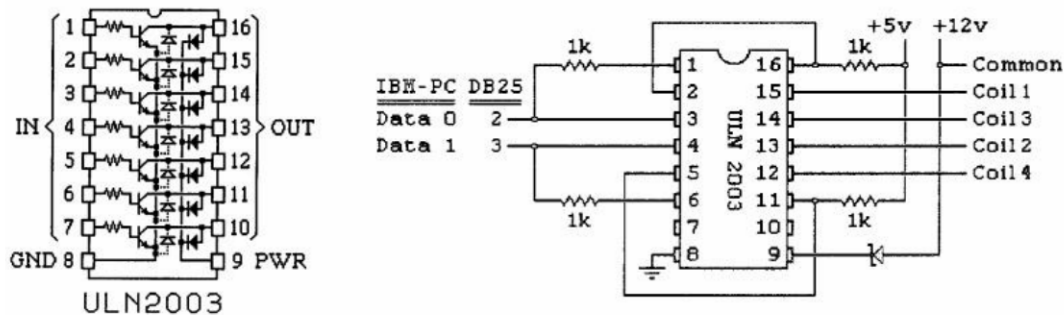
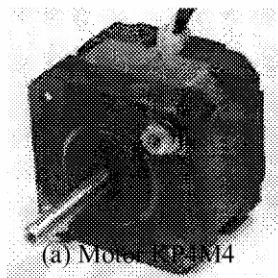


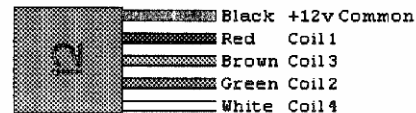
Figura 5: CI *drive* ULN2003 e circuito para acionamento de motores de passo com apenas 2 bits.

A última etapa consistiu da construção mecânica do atuador, composto pelo motor de passo, caixa de redução e haste da antena.

O motor de passo utilizado foi do tipo KP4M4, Fig. 6, com as seguintes especificações: motor unipolar, 12 VDC, quatro fases. O motor de passo KP4M4, fabricado pela Japan Servo Motors ou Tandon, é encontrado em drives de disco de 5 1/4" da IBM ou da Tandon. O KP4M4 é um motor de ímã permanente com giro de $3,6^0$ por passo e 150Ω por enrolamento, com os *taps* centrais de cada enrolamento ligados a um terminal comum.



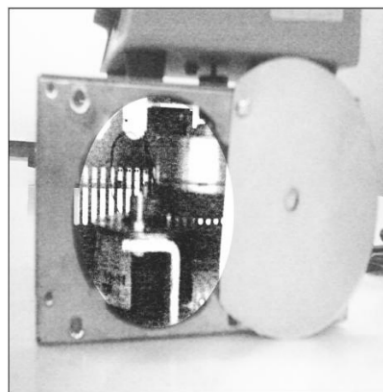
(a) Motor KP4M4



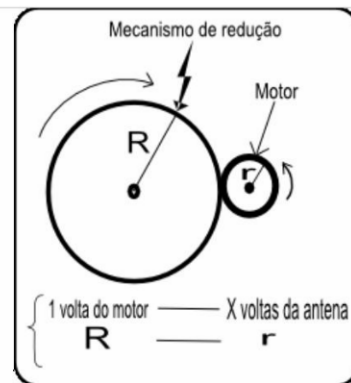
(b) Conector lógico PCB (TM100 Disk Drive)

Figura 6: Motor KP4M4 e Conector lógico PCB (TM100 Disk Drive).

No acoplamento do motor com a haste da antena foi utilizado um sistema mecânico de redução que possibilita a rotação da antena a ângulos de cerca de 1^0 por passo. A Fig. 7(a) ilustra o detalhe da construção da caixa de redução mecânica. A Fig. 7(b) mostra a relação de redução.



(a)



(b)

Figura 7: (a) Detalhe da caixa de redução mecânica. Relação de redução.

O aspecto final da caixa de redução adaptada ao módulo de recepção do Kit SIP-360 é mostrado na Fig. 8. A Fig. 9 mostra o diagrama de irradiação medido de uma antena dipolo horizontal obtido com o uso do Kit SIP-360.

3. CONCLUSÕES

A implementação do SADA foi um projeto interdisciplinar que envolveu as áreas de programação, eletrônica, mecânica e telecomunicações. O êxito obtido na implementação do SADA demonstrou a sua viabilidade técnica e econômica. Inicialmente o SADA aprimorou o kit didático SIP-360, automatizando os procedimentos de medição com antenas. Como um projeto piloto, entretanto, ele serve de base para diversas aplicações mais avançadas, em que se faz necessário o preciso posicionamento de antenas, como por exemplo, para DOA, *beamforming* adaptativo e antenas espertas.

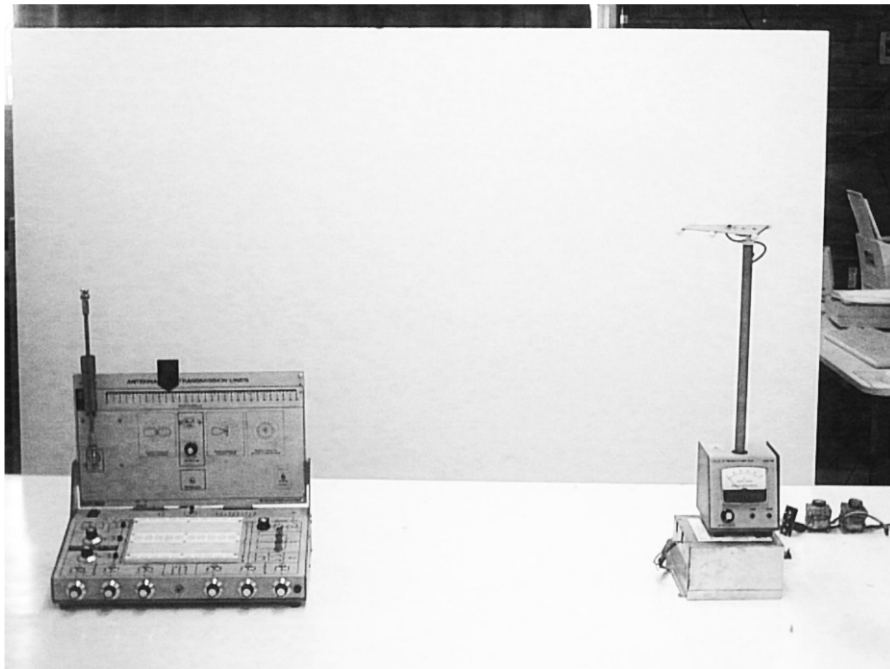


Figura 8: O kit SIP-360 com a implementação do SADA

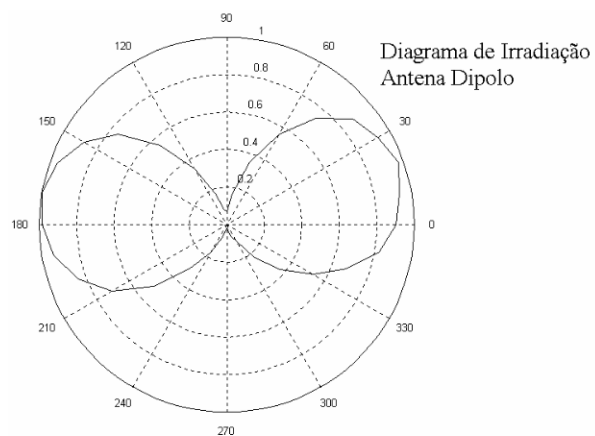


Figura 9: Diagrama de irradiação medido de uma antena dipolo horizontal.

4. Referências

Datasheet MC145026/MC145027, Motorola.

Datasheet ULN2003, Allegro Microsystems.

Manual Kit Didático SIP-360, Science Instruments Co.