

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

RELATÓRIO DE PROJETO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Posicionador Automático de Antenas

Aluno: Galba Falcão Aragão

Orientador: Rômulo R. Maranhão do Valle

Campina Grande – Paraíba
Março/2003



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à Deus, por tudo. À minha família pelo eterno e incondicional apoio. E ao Professor e Orientador deste projeto Rômulo R. Maranhão do Valle pela valorosa contribuição, desde a idéia à revisão final do trabalho.

Galba Falcão Aragão

Sumário

1	Introdução	3
2	Projeto do “Hardware” do Sistema.....	4
2.1	O Motor de Passo.....	4
2.1.1	Tipos de motores de passo.....	4
2.1.2	Modos de excitação.....	6
2.1.3	Escolha do motor e modo de excitação.....	9
2.2	Redução mecânica	9
2.3	Fonte de Alimentação	10
2.4	Interface de acionamento.....	11
2.5	A porta paralela do PC.....	13
2.6	Projeto de “Software” do Sistema	14
2.6.1	O código-fonte	14
3	A Implementação do Sistema.....	22
3.1	Princípio de Funcionamento.....	22
3.2	Comparação entre os Sistemas	23
4	Conclusão	26
5	Bibliografia	27
6	Anexos	28

1 Introdução

O Laboratório de Eletromagnetismo e Microondas Aplicados, LEMA, é espaço experimental da Área de Microondas e Eletromagnetismo Aplicados, AMEA, do DEE. Ele dá suporte às disciplinas da graduação e pós-graduação sob a responsabilidade desta área, servindo tanto como laboratório de ensino quanto de pesquisa e desenvolvimento.

Um dos experimentos comumente realizado neste laboratório é a medição dos Diagramas de Irradiação de Antenas na faixa de Microondas. Este experimento, embora simples na concepção, é muito trabalhoso, pois, na atualidade, o aluno (ou pesquisador) tem que mover a antena em ângulos bem definidos, afastar-se e, para cada um desses ângulos, anotar o valor do campo apresentado pelo medidor de potência. Isto torna o trabalho cansativo e repetitivo. Outro inconveniente, é que a antena sob teste é fixa e a do medidor (antena de referência), gira ao seu redor presa à uma haste metálica que a mantém a uma distância constante da fonte. Face às limitadas dimensões da mesa onde é realizado o experimento a antena de referência só pode ser girada 180° , com intervalos mínimos de 5° , e raio de alcance máximo menor que um metro, ou seja, a distância máxima entre as duas antenas é limitada.

Este projeto refere-se a um sistema posicionador para tais medições que tem como características:

- a) Fazer a antena sob teste (antena fonte) girar ao invés da antena de referência. Desta forma a antena de referência pode ser posicionada à qualquer distância da antena sob teste. O parâmetro que passa a limitar o experimento é a distância entre as antenas. Além disso, a antena sob teste pode girar 360° , o que permite levantar o Diagrama de Irradiação completo, o que é desejável se estiverem sendo usados refletores.
- b) Controle eletrônico e automático do movimento da antena sob teste. Com isto, podemos fazer com que a antena sob teste se posicione nos ângulos desejados de forma precisa, ou então, fazer o deslocamento angular em intervalo bem definido. A resolução do posicionador é menor que $0,1^\circ$, porém achamos que este valor ($0,1^\circ$) deva ser considerado como o passo mínimo. Como decorrência o pesquisador não precisará se deslocar repetidamente para posicionar a antena; sempre que o posicionador termina seu movimento, avisa, através de sinal sonoro, para o operador efetuar a leitura. O passo mínimo passa a ser 50 vezes menor que o do sistema usado, o que permite Diagramas muito mais precisos.

Estas são algumas das vantagens deste sistema, porém, uma outra grande vantagem é o baixo custo de sua construção, resultante do aproveitamento de "sucatas" de antigos equipamentos do laboratório.

2 Projeto do “Hardware” do Sistema

2.1 O Motor de Passo

Os motores de passo, assim como os motores comuns, são máquinas elétricas que convertem a energia elétrica em energia mecânica. No entanto os motores de passo possuem algumas características próprias que os diferenciam dos outros motores comuns, a saber:

- Os motores de passo funcionam como dispositivos posicionadores, pois podem parar numa posição perfeitamente controlada.
- Os motores de passo podem funcionar numa velocidade perfeitamente controlada, se forem energizados numa determinada ordem.

Estas características são acrescidas a outras que os tornam ideais para aplicações em informática, eletrônica industrial e de controle, robótica e mecatrônica:

- Eles podem ter seu eixo posicionado em um ângulo proporcional ao número de impulsos de entrada.
- Os erros que ocorrem no posicionamento do seu eixo são muito pequenos e não são cumulativos.
- O controle sem realimentação (*open loop* ou malha aberta) é possível devido ao uso de sinais digitais para esta finalidade.
- As respostas à partida, à parada e à reversão são muito rápidas.

Por esses motivos, optamos pelo motor de passo para fazer o acionamento mecânico do posicionador de antenas.

2.1.1 Tipos de motores de passo

Existem três tipos básicos de motores de passo, que são:

- Relutância variável,
- Ímã permanente,
- Híbrido.

Analisemos as principais características de cada um.

2.1.1.1 Relutância variável:

Na figura 1 temos uma vista em corte da construção de um motor de passo de relutância variável.

Como podemos ver, é a ação das bobinas criando campos magnéticos que posiciona os dentes de material ferromagnético acoplados a um eixo móvel.

O rotor multipólo deste motor é feito de ferro macio, enquanto que o estator é multilaminado.

O rotor deste tipo de motor possui uma inércia pequena.

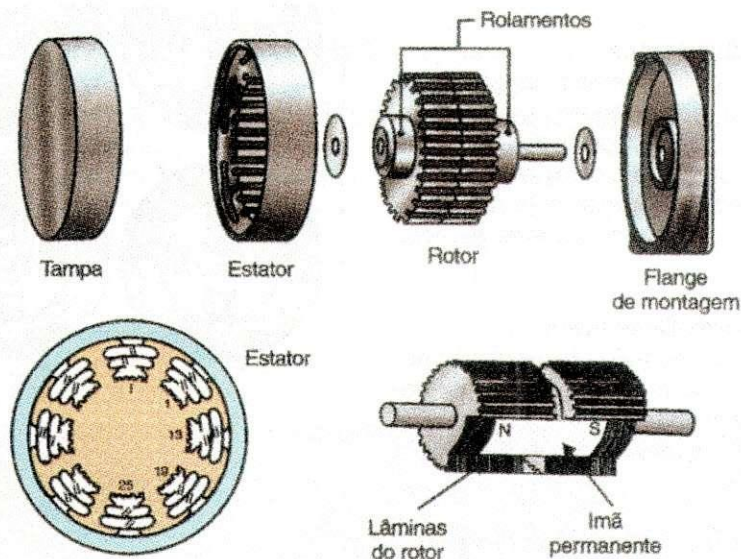


Fig. 1: Construção de um motor de passo.

2.1.1.2 Ímã permanente:

Na figura 2 temos uma vista em corte de um motor deste tipo.

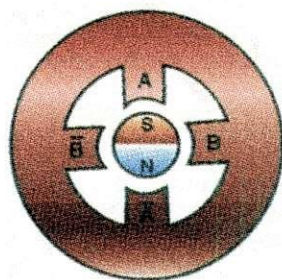


Fig. 2: Motor de passo de ímã permanente.

Este motor gira quando o campo magnético das bobinas energizadas interage com um conjunto de ímas permanentes.

O rotor é energizado radialmente.

Este tipo de motor é indicado para aplicações onde não se exige precisão, e o custo seja importante já que tem um preço baixo. Outra característica é sua operação com ângulos de passo grandes, entre 45 e 90 graus.

2.1.1.3 Híbridos

Estes motores têm a construção do tipo ilustrado na figura 3.

O rotor é energizado axialmente. Tanto o rotor como o estator são do tipo multipolares. A principal vantagem deste motor é a sua precisão com passos de 1,8 graus nos tipos mais comuns, chegando mesmo a 0,36 grau nos tipos de maior precisão.

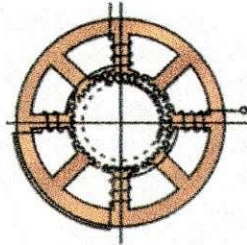


Fig. 3: Motor de passo híbrido.

2.1.2 Modos de excitação

Os motores de passo são formados por quatro bobinas que devem ser excitadas numa determinada ordem, ou ainda de acordo com o posicionamento desejado. A configuração típica destas bobinas é apresentada na figura 4 onde também vemos os modos de ligação mais comuns, que são o unipolar e o bipolar.

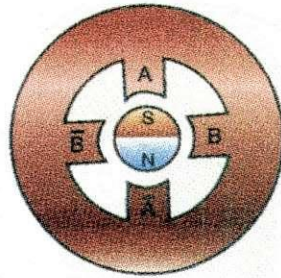


Fig. 4: Excitação de fase.

A excitação de fase destas bobinas depende da aplicação e pode ser feita das seguintes maneiras:

2.1.2.1 Uma fase ou onda (wave)

Nesta excitação, cada bobina é energizada separadamente em seqüência de acordo com o movimento de posicionamento do rotor, conforme mostra a figura 5.

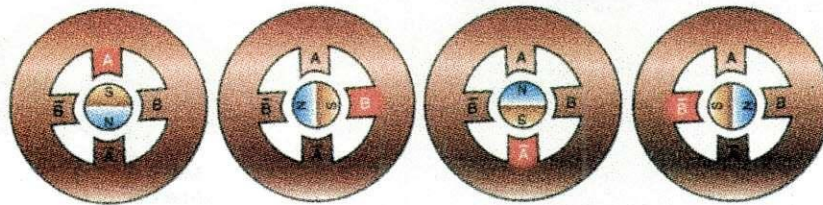


Fig. 5: Excitação de uma fase (wave).

2.1.2.2 Duas fases

Nesta modalidade de operação, exemplificada na figura 6, as bobinas são energizadas duas a duas de modo que o rotor possa parar em posições intermediárias dadas pela resultante das forças de atração entre as bobinas. Apresenta como característica um torque maior, devido a intensidade da resultante ser maior.

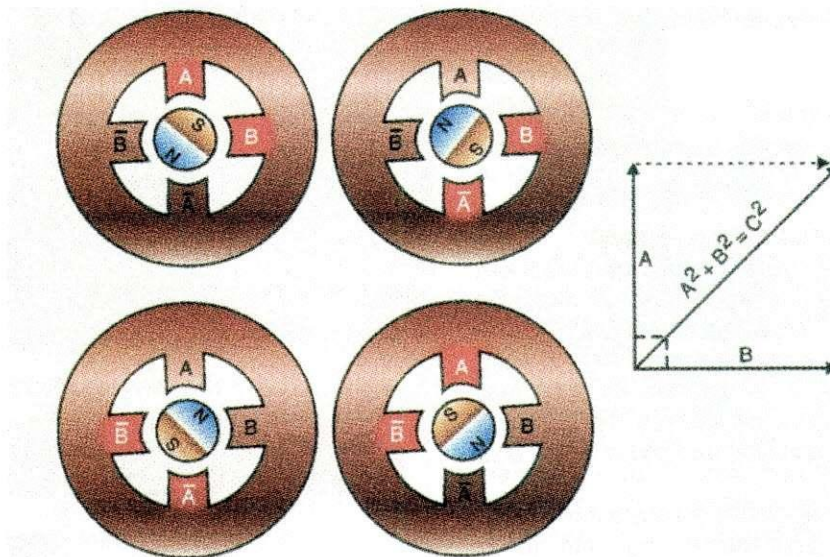


Fig. 6: Excitação de duas fases.

2.1.2.3 Uma-duas fases

Nesta modalidade de funcionamento, uma ou duas fases são excitadas alternadamente levando o rotor ao movimento ou posição desejada, veja figura 7. Também nesta modalidade podemos observar que o rotor vai se deslocar em intervalos de meio passo.

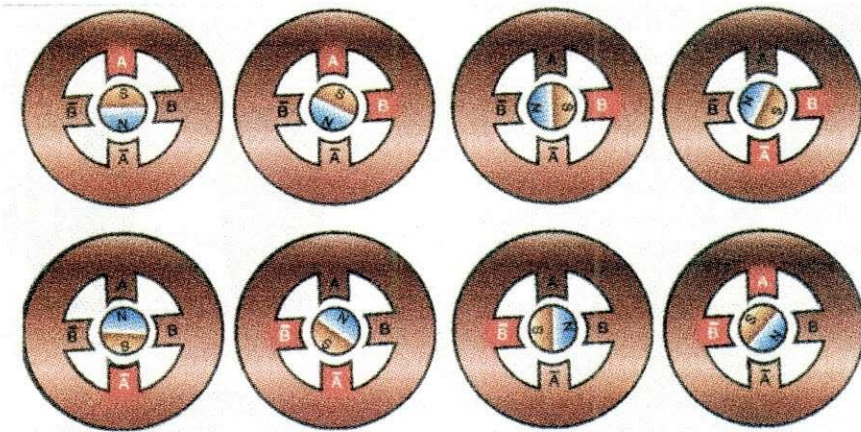


Fig. 7: Excitação uma-duas fases.

2.1.2.4 Duas fases ou micro-passo

Nesta modalidade temos a aplicação de níveis de tensão diferenciados na bobina, o que permite o posicionamento do rotor em pontos intermediários aos pólos das bobinas energizadas, conforme figura 8.

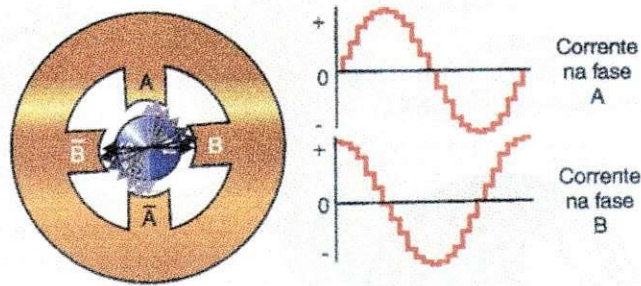


fig. 8: Excitação duas fases ou micro-passo.

O escalonamento das tensões aplicadas às bobinas vai determinar quantos pontos intermediários entre dois passos (90 graus) podem ser obtidos.

2.1.3 Escolha do motor e modo de excitação.

Para este projeto, utilizamos um motor de passo de um antigo acionador de disquete de 5 ¼” que tínhamos disponível no laboratório. Este motor é do tipo híbrido, com 200 passos/volta, o que nos dá um passo de 1,8°. Utilizamos a excitação por uma fase, onde cada fase é acionada com um sinal digital de 12V, na sequência correta para o posicionamento do motor. O motor pode ser visto na foto 01.

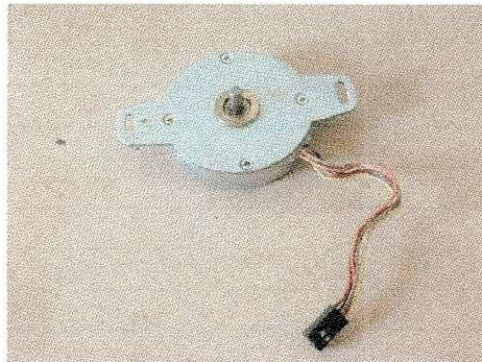


Foto1: Motor utilizado no projeto.

2.2 Redução mecânica

A redução mecânica é o conjunto de engrenagens que faz a transferência do movimento do motor até o eixo do posicionador. Este conjunto pertencia a um antigo gerador que foi desativado e sucateado por falta de peças para manutenção. Só foi necessário acrescentar as engrenagens 1 e 2 (figura 9), que também foram obtidas na sucata do laboratório, para completar o sistema. Uma característica importantíssima deste redutor é que as engrenagens apresentam um sistema que evita folgas entre os dentes, ou seja, não existe folga na transmissão.

Devido a esta redução, conseguimos aumentar muito o torque do posicionador e a sua resolução, o que permite posicionar com grande precisão, antenas mais pesadas que as usadas normalmente no laboratório.

As engrenagens são as seguintes:

1. Engrenagem motora ($Z = 72$ dentes) – é uma engrenagem comum ligada ao eixo do motor de passo.
2. Engrenagem intermediária ($Z = 140$ dentes) – é uma engrenagem com eliminador de folga, coaxial à engrenagem 3.
3. Engrenagem intermediária ($Z = 18$ dentes) – é uma engrenagem comum que transfere o movimento para a engrenagem 4.
4. Engrenagem intermediária ($Z = 360$ dentes) – engrenagem com eliminador de folga, coaxial à engrenagem 5.
5. Engrenagem intermediária ($Z = 70$ dentes) – é a engrenagem (comum) que transmite o movimento à engrenagem movida 6.
6. Engrenagem conduzida ($Z = 140$ dentes) – Engrenagem com eliminador de folgas ligada ao eixo com mandril, onde fixamos as antenas.

Estas engrenagens dão uma relação de redução que pode ser calculada pela equação abaixo:

$$\frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_3}{Z_4} \times \frac{Z_5}{Z_6} = \frac{72}{140} \times \frac{18}{360} \times \frac{70}{140} = \frac{9}{700} = \frac{1}{77,78}$$

Esta relação mostra que é necessário o motor de passo dar 77,78 voltas para que o eixo da antena dê uma volta. Como o motor tem 200 passos por volta (1,8° por passo), temos:

$$n = 200 \times 77,78 = 15556 \text{ passos para a antena dar uma volta}$$

ou

$$\alpha = \frac{1,8^\circ}{77,78} = 0,02314^\circ \text{ por passo no eixo da antena}$$

ou

$$\alpha = \frac{1}{0,02314^\circ / \text{passo}} = 43,21 \text{ passos por grau no eixo da antena}$$

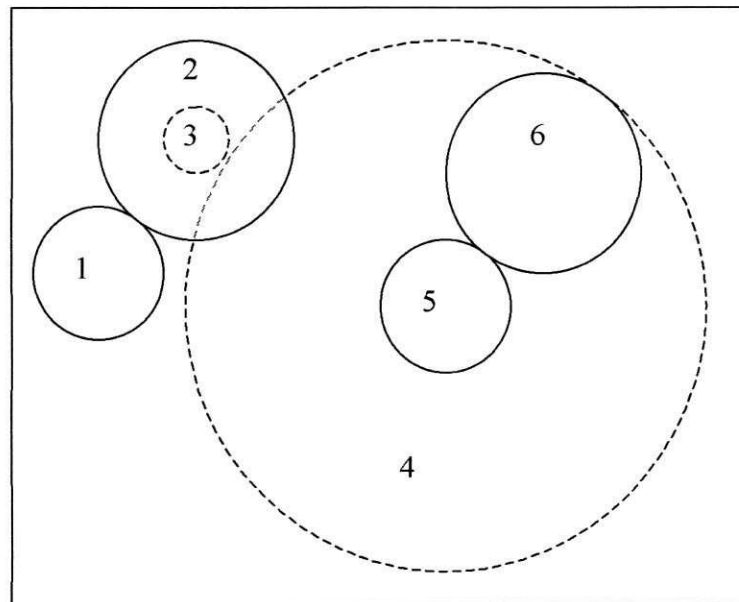
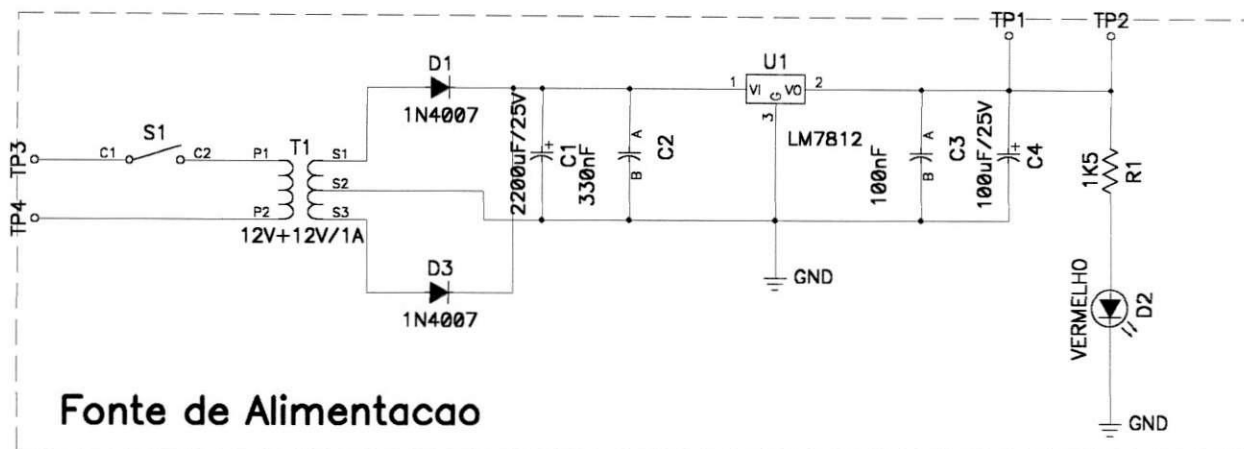


Fig. 9: Esquema do redutor mecânico.

2.3 Fonte de Alimentação

A fonte de alimentação do posicionador é composta pelos seguintes componentes: S₁, T₁, D₁, D₂, C₁, C₂, C₃, C₄, U₁, R₁, e D₃.



Fonte de Alimentacao

Fig. 10: Esquema elétrico da fonte de alimentação.

S_1 é a chave que liga ou desliga o circuito. A chave S_1 ligada, energiza o primário do transformador T_1 (transformador Center Tapped de 220V para 12V+12V – 1A), que por sua vez, reduz a tensão da rede elétrica de 220V_{ef} para 12V_{ef}. A tensão de saída do transformador T_1 é então retificada pelos diodos D_1 e D_2 , (diodos 1N4007), que formam um retificador de onda completa.

Esse sinal retificado é filtrado por C_1 (2200uF/25V) e levado até o regulador de tensão integrado U_1 (LM7812). Na saída do retificador, sobre C_1 , temos aproximadamente 16V_{DC} com um grande *ripple*, que o regulador de tensão U_1 regula para uma tensão de 12V_{DC} +/- 5% e com o *ripple* muito reduzido, conforme dados do fabricante. Como a interface de acionamento funciona chaveando transistores, foi acrescentado o capacitor C_2 (100uF/25V) para amortecer as variações de corrente e tensão no regulador U_1 . C_3 (330nF) e C_4 (100nF) são capacitores recomendados pelo fabricante para melhorar o desempenho do regulador de tensão integrado U_1 . O resistor R_1 é um limitador de corrente para o LED D_3 , que tem a função de indicar quando o circuito estiver ligado.

2.4 Interface de acionamento

A interface de acionamento é composta por quatro módulos repetidos, onde cada um dos módulos aciona uma das quatro fases do motor de passo, são eles:

- R_2 , Q_1 , Q_5 e D_4 , primeiro módulo;
- R_3 , Q_2 , Q_6 e D_5 , segundo módulo;
- R_4 , Q_3 , Q_7 e D_6 , terceiro módulo;
- R_5 , Q_4 , Q_8 e D_7 , quarto módulo.

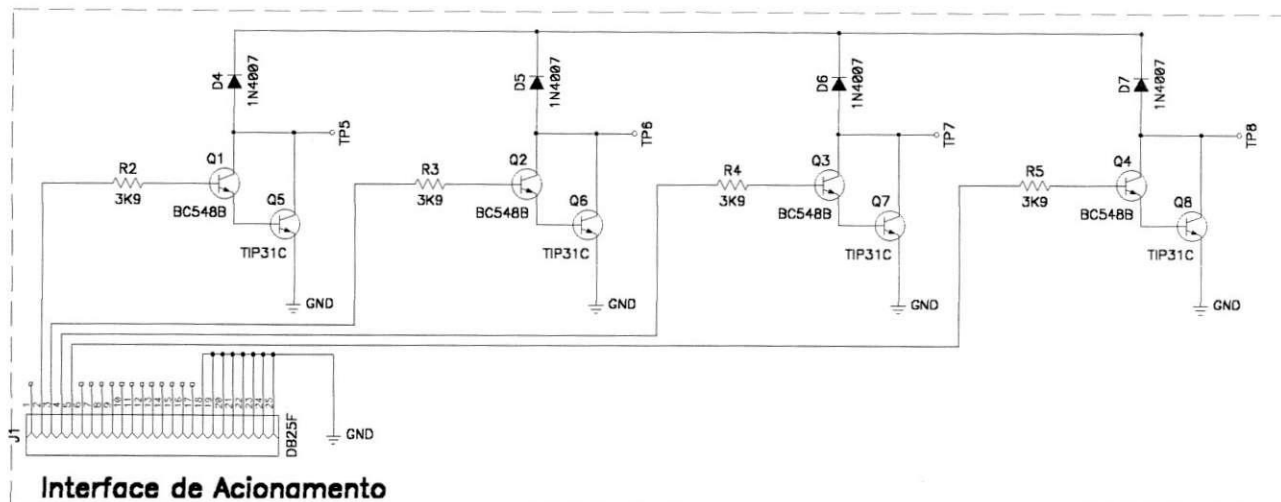


Fig. 11: Esquema elétrico da interface de acionamento.

Em cada um dos módulos, o papel desempenhado pelos componentes é o mesmo, de modo que o funcionamento será explicado somente para o primeiro módulo e por analogia se entende os demais.

O computador manda através da porta paralela (conector J_1 – DB25F) o sinal de acionamento do primeiro módulo, o nível deste sinal depende do fabricante da placa-mãe, mas no pior caso, é igual à 3V para nível lógico alto, e a corrente de saída maior que 400 μ A. Então, este sinal é aplicado através do resistor R_2 (3,9K Ω), que funciona como limitador de corrente, na base de Q_1 (BC548), um transistor de uso geral, que excita Q_5 (TIP31), um transistor de potência. Este par de transistores estão montados na configuração Darlington, o que garante um alto ganho de corrente, facilitando a saturação do conjunto com pequenas correntes de entrada. Nesta configuração, podemos usar um sinal menor ou igual à 5V para chavear elementos com tensões maiores, que no nosso caso, é um motor de 12V. Entre o coletor deste conjunto de transistores e os 12V_{DC} da fonte está ligada a bobina da fase correspondente do motor de passo. Para evitar picos de tensão causados pelo chaveamento desta bobina, colocamos o diodo D_4 em anti-paralelo com a bobina, funcionando como um diodo de circulação livre.

Podemos calcular a corrente fornecida pela porta paralela através da equação:

$$I_{OUT} = \frac{V_{OUT} - (V_{BE(Q1)} + V_{BE(Q5)})}{R_2} \approx \frac{3V - (0,7V + 0,7V)}{3,9K\Omega} \approx 410\mu A$$

Onde: I_{OUT} é a corrente fornecida pela porta paralela,
 V_{OUT} é a tensão de saída da porta paralela,
 $V_{BE(Q1)}$ é a tensão da junção Base-Emissor do transistor Q_1 ,
 $V_{BE(Q5)}$ é a tensão da junção Base-Emissor do transistor Q_5 e
 R_2 é o resistor limitador de corrente.

Os demais módulos funcionam de forma análoga.

2.5 A porta paralela do PC

No mundo dos computadores, uma porta é um conjunto de linhas de sinal que o microprocessador, ou CPU, usa para trocar dados com outros componentes. Os usos típicos das portas são de comunicação com impressoras, modem's, teclados, e displays, ou apenas para componentes ou dispositivos, exceto memória do sistema. A maior parte das portas são digitais, onde cada sinal, ou bit, é 0 ou 1. Uma porta paralela transfere muitos bits de uma vez, enquanto uma serial transfere um bit por vez.

Utilizamos a porta paralela do PC por permitir o acionamento do circuito com o mínimo de componentes externos possível e devido a facilidade de programação e uso.

Os pinos do conector, bem como a descrição da função de cada um deles está na tabela abaixo.

Pino do DB25	Sinal	Função	Fonte	É invertido no conector?
1	/Strobe	Strobe D0-D7	PC	S
2	D0	Bit de dado 0	PC	N
3	D1	Bit de dado 1	PC	N
4	D2	Bit de dado 2	PC	N
5	D3	Bit de dado 3	PC	N
6	D4	Bit de dado 4	PC	N
7	D5	Bit de dado 5	PC	N
8	D6	Bit de dado 6	PC	N
9	D7	Bit de dado 7	PC	N
10	/Ack	Reconhecimento (pode ativar interrupção)	Impressora	N
11	Busy	Impressora ocupada	Impressora	S
12	PaperEnd	Fim do papel, vazia (sem papel)	Impressora	N
13	Select	Impressora selecionada (on-line)	Impressora	N
14	/AutoLF	Gera avanço automático de linha após o retorno do carro	PC	S
15	/Error (/Fault)	Erro	Impressora	N
16	/Init	Inicializa a impressora (reset)	PC	N
17	/SelectIn	Seleciona impressora (coloca on line)	PC	S
18	Gnd	Terra para /Strobe e D0		
19	Gnd	Terra para D1 e D2		
20	Gnd	Terra para D3 e D4		
21	Gnd	Terra para D5 e D6		
22	Gnd	Terra para D7 e /Ack		
23	Gnd	Terra para /SelectIn		
24	Gnd	Terra para Busy		
25	Gnd	Terra para /Init		

Utilizamos os sinais de dados D₀, D₁, D₂ e D₃, ou seja, os pinos 2, 3, 4 e 5 respectivamente, e seus terras, conforme pode ser visto no esquema elétrico (conector J₁ – DB25F) para acionar as

fases do motor de passo. A idéia é ativar (nível lógico alto) cada um destes bits nos instante e seqüência corretos para que o movimento do sistema seja realizado conforme desejado.

2.6 Projeto de “Software” do Sistema

O software de controle do posicionador foi desenvolvido em C++ para o MS-DOS devido a necessidade de desenvolvimento rápido. Como o MS-DOS não é um ambiente multitarefa, como o Windows, os comandos são executados em tempo real, o que melhora o desempenho do sistema. A desvantagem é a interface visualmente pobre e a utilização através do teclado.

Abaixo segue o código-fonte descrito com alguns comentários.

2.6.1 O código-fonte

Observação: O texto do código-fonte não está acentuado nem fazendo uso dos caracteres especiais da língua portuguesa.

```
// Este programa faz o controle do posicionador de antenas.
// Galba Falcao Aragao - agosto de 2002
// Ultima atualizacao 06/09/2002

#include <sys\stat.h>
#include <fcntl.h>
#include <io.h>
#include <dos.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>

#include <conio.h>

//definicao de enderecos

#define porta 0x278

//declaracao de variaveis globais.

float angulo[360], potencia[360];
unsigned char dado=0x01;
float tam_passo=0, tam_angulo, posicao=0, posatual=0;
unsigned long qtd_passo, passo=0, passo_auto=0, passo_man=0;
int tempo, posinicial=0, posfinal=0;
char *titulo, *mens_erro;
float qtd_avan, deltang=1;
int k, acum_passo=0;
int xwini=0,xwfin=0, ywini=0, ywfin=0;

/*
posicao          = angulo absoluto
tempo           = tempo entre um passo e outro do motor
posinicial      = angulo absoluto anterior para calculo do deltangulo
posfinal        = angulo absoluto desejado para calculo do deltangulo
dado            = palavra que ativa o motor
```



```

qtd_avan
deltang
posatual    = posicao absoluta do posicionador no momento.
tam_passo  = o avanço em graus de cada passo.
*/

```

```

void main()
/*
    Rotina principal, responsavel pela tela de opcoes inicial.
*/
{
    char opcao;
    struct text_info ti;
    gettextinfo(&ti);
    outport(porta,dado);
    do
    {
        titulo="POSICIONADOR DE ANTENAS";
        janela();
        //escolha da operacao.
        gotoxy(xwini+3,ywini+1);
        cprintf("Escolha uma das opcoes:");
        gotoxy(xwini+7,ywini+3);
        cprintf("(a) Posicionamento Automatico;");
        gotoxy(xwini+7,ywini+4);
        cprintf("(b) Posicionamento Manual;");
        gotoxy(xwini+7,ywini+5);
        cprintf("(c) Zerar Posicionador;");
        gotoxy(xwini+7,ywini+6);
        cprintf("(d) Sair.");
        gotoxy(xwini+7,ywini+8);
        cprintf("Opcao: ");
        cscanf("%c",&opcao);
        if (opcao=='a')
            posauto();
        if (opcao=='b')
            posman();
        if (opcao=='c')
            zerar();
    }
    while(opcao!='d');
    clrscr();
    textmode(ti.currmode);
    textattr(ti.attribute);
    clrscr();
}

```

```

posman()
/*
    Rotina responsavel pelo posicionamento do tipo MANUAL.
*/
{
    int m=0;
    k=0;
    passo = 0;
    tempo=30;
    do

```

```

{
    titulo="POSICIONAMENTO MANUAL";
    janela();
    posinicial=passo;

// Entrada da posicao desejada.
    gotoxy(xwini+3,ywini+1);
    cprintf("Qual o fngulo desejado? (0 - 360 graus): ");
    scanf("%f", &posicao);

// Conversao de posicao desejada para quantidade de passos.
    conversao();
    passo=passo_man;
    posfinal=passo-posinicial;

// Execucao do movimento.
    if (posfinal>0)
    {
        for (m=0;m<posfinal;m++)
        {
            avanco();
        }
    }
    if(posfinal<0)
    {
        posfinal=posfinal*(-1);
        for (m=0;m<posfinal;m++)
            atraso();
    }
    sound(1000);        //Som no fim do movimento.
    delay(500);
    nosound();
    gotoxy(xwini+3,ywini+3);
    cprintf("Digite o valor lido: ");
    scanf("%f", &potencia[k]);
    angulo[k]=posicao;
    gotoxy(xwini+3,ywfin-6);
    cprintf("Digite (x) para sair ou outra tecla para continuar.");
    k++;
}
while(getch()!='x');
salvar_arquivo();
clrscr();
return;
}

posauto()
/*
    Rotina responsavel pelo posicionamento do tipo MANUAL.
*/
{
//Declaracao de variaveis locais.

/*
qtd_avan    = quantidade de leituras que serao efetuadas em uma volta.
deltang     = angulo correspondente a variacao do avanco (passo).
passo       = quantidade de passos necessaria para o deslocamento
*/

```

```

int a, m=0;

//inicializacao das variaveis.
titulo="POSICIONAMENTO AUTOMATICO";
janela();
tempo=30;

//Entrada de dados.
gotoxy(xwini+3,ywini+2);
cprintf("Digite o passo (em graus) desejado: ");
scanf("%f",&deltang);

//Conversao de variaveis.
conversao();
passo=passo_auto;

//Execucao da rotina.
for (m=0;m<qtd_avan;m++)
{
    posicao=posicao+deltang;
    for (a=0;a<passo;a++)
        avanco();
    sound(1000);        //Som no fim do movimento.
    delay(500);
    nosound();
    gotoxy(xwini+3,ywini+4);
    clreol();
    cprintf("Digite o valor lido: ");
    scanf("%f", &potencia[m]);
    angulo[m]=posicao;
}
k=qtd_avan;
salvar_arquivo();
clrscr();
return;
}

zerar()
/*
    Esta rotina permite o ajuste de zero do posicionador,
    fazendo com que atraves de teclas, desloquemos o posicionador
    para a posicao desejada.
*/
{
    //Definicao de variaveis locais.

    unsigned char tecla;

//inicializacao das variaveis.

    titulo="AJUSTE DO POSICIONADOR";
    janela();
    posicao=0;
    conversao();
    dado=0x01;

//Execucao da rotina.

    outportb(porta,dado);

```

```

gotoxy(xwini+3,ywini+2);
cprintf("Use:");
gotoxy(xwini+7,ywini+4);
cprintf("(f) para avançar;");
gotoxy(xwini+7,ywini+5);
cprintf("(j) para recuar;");
gotoxy(xwini+7,ywini+6);
cprintf("(x) para sair.");
do
{
    tecla=getch();
    if (tecla=='f')
        avanco();
    if (tecla=='j')
        atraso();
}
while (tecla!='x');
posatual=0;
acum_passo=0;
clrscr();
return;
}

avanco()
/*
    Esta rotina faz o deslocamento do motor no sentido
    padrao, atraves de deslocamento de bits.
*/
{
    dado=dado<<1;
    acum_passo++;
    if (dado==0x10)
        dado=0x01;
    outportb(porta,dado);
    posatual=(tam_passo*acum_passo);
    delay(tempo);
    gotoxy(xwini+3, ywfin-1);
    cprintf("Posicao atual: %.01f Posicao desejada: %.01f  ",
posatual,posicao);
    return;
}

atraso()
/*
    Esta rotina faz o deslocamento do motor no sentido inverso
    ao sentido padrao, atraves de deslocamento de bits.
*/
{
    dado=dado>>1;
    acum_passo--;
    if (dado==0x00)
        dado=0x08;
    outportb(porta,dado);
    posatual=(tam_passo*acum_passo);
    delay(tempo);
    gotoxy(xwini+3, ywfin-1);
    cprintf("Posicao atual: %.01f Posicao desejada: %.01f  ",
posatual,posicao);
}

```

```

    return;
}

conversao()
/*
    Esta rotina faz a conversao dos valores digitados em angulos
    para a quantidade de passos necessaria.
*/
{
    tam_passo=360.0/15558.0;
    tam_angulo=15558.0/360.0;
    //para posicionamento automatico.
    qtd_avan = 360/deltang;
    passo_auto = (deltang * tam_angulo);
    //para posicionamento manual.
    passo_man = (posicao * tam_angulo);
    return;
}

janela()
/*
    Esta rotina e responsavel por gerar as janelas,
    interface grafica, do programa.
*/
{
    //definicao de variaveis locais.
    int xini=6, xfin=75, yini=3, yfin=21, n=0;

    //inicializacao de variaveis.
    xwini=1;
    ywini=1;
    xwfin=xfin-xini;
    ywfin=yfin-yini;
    //definicao de cores.
    textbackground(3);
    clrscr();
    window(xini+2,yini+1,xfin+2,yfin+1);
    textbackground(0);
    clrscr();
    window(xini,yini,xfin,yfin);
    textattr(23);
    clrscr();
    //desenho da janela.
    //traca linha superior da janela.
    gotoxy(xwini+1,ywini);
    cprintf("%c", 201);
    for (n=1;n<xwfin-2;n++)
        cprintf("%c", 205);
    cprintf("%c", 187);
    gotoxy(xwini+1,ywini+1);
    cprintf("%c", 186);
    gotoxy(xwfin,ywini+1);
    cprintf("%c", 186);

    //traca linha divisoria da janela.
    gotoxy(xwini+1,ywini+2);
    cprintf("%c", 204);
    for (n=1;n<xwfin-2;n++)
        cprintf("%c", 205);
}

```

```

cprintf("%c", 185);

//traca linhas verticais esquerda e direita.
gotoxy(xwini+1,ywini+3);
for (n=1;n<ywfin-2;n++)
{
    gotoxy(xwini+1,ywini+(2+n));
    cprintf("%c", 186);
    gotoxy(xwfin,ywini+(2+n));
    cprintf("%c", 186);
}
//traca linha inferior da janela.
gotoxy(xwini+1,ywfin+1);
cprintf("%c", 200);
for (n=1;n<xwfin-1;n++)
    cprintf("%c", 205);
gotoxy(xwfin,ywfin+1);
cprintf("%c", 188);
//imprime titulo.
gotoxy((xwfin/2-(strlen(titulo)/2)),2);
cprintf("%s", titulo);
xini=xwini+8;
yini=ywini+5;
xfin=xwfin+3;
yfin=ywfin+2;
window(xini,yini,xfin,yfin);
xwini=1;
xwfin=xfin-xini;
ywini=1;
ywfin=yfin-yini;
clrscr();
return;
}

salvar_arquivo()
/*
Esta rotina e responsavel por gerar um arquivo e salva-lo
com todos os dados coletados no experimento.
O arquivo e do tipo ASCII e terminacao .DAT e pode ser
lido em qualquer editor de texto.
*/
{
FILE *stream;
char nome_arquivo[12];
int f, teste=0;
unsigned char tecla;

titulo="SALVAR DADOS";
janela();
gotoxy(xwini+3,ywini+2);
cprintf("Deseja salvar os dados? (s ou n) ");
do
{
    tecla=getch();
    if (tecla=='n')
        return;
    if (tecla=='s')

```

```

        teste=1;
    if (tecla!='s')
    {
        gotoxy(xwini+3,ywini+3);
        cprintf("Opcao invalida!\a");
        gotoxy(xwini+3,ywini+3);
        delay(500);
        clreol();
    }
    while (teste!=1);
    gotoxy(xwini+3,ywini+2);
    cprintf("O nome do arquivo deve ter no m ximo 8 caracteres.");
    gotoxy(xwini+3,ywini+3);
    cprintf("O arquivo gerado ter  extensEo .DAT.");
    gotoxy(xwini+3,ywini+5);
    cprintf("Nome do arquivo: ");
    scanf("%s", &nome_arquivo);
    strncat(nome_arquivo, ".DAT", 4);
    /* muda o modo padrao de arquivo de texto para binario */
    _fmode = O_BINARY;
    /* abre um arquivo para atualizar */
    stream = fopen(nome_arquivo, "w+");
    /* escreve cabecalho do arquivo */
    fprintf(stream, "*      Arquivo gerado pelo POSICIONADOR DE ANTENAS ver.
0.1\r\n");
    fprintf(stream, "*      Desenvolvido por Galba Falcao Aragao (Agosto de
2002)\r\n");
    fprintf(stream, "*      Para o LEMA/DEE/UFPB\r\n");
    fprintf(stream, "*      Os dados aparecem na sequencia ANGULO (em graus) e
POTENCIA (em dB)\r\n");
    fprintf(stream, "*      \r\n");
    fprintf(stream, "*      Nome do Arquivo: %s\r\n", nome_arquivo);
    /* escreve os dados no arquivo */
    for (f=0;f<k;f++)
        fprintf(stream, "%.02f  %.02f\r\n", angulo[f], potencia[f]);
    /* fecha o arquivo */
    fclose(stream);
    gotoxy(xwini+3,ywini+7);
    cprintf("Seu arquivo foi salvo como: %s", nome_arquivo);
    delay(3000);
    return;
}

```

3 A Implementação do Sistema

3.1 Princípio de Funcionamento

Com o sistema ligado, o operador pode escolher pelo software, entre as seguintes opções:

- Posicionamento Automático – onde o operador terá que informar o passo do deslocamento angular desejado. Se, por exemplo, o operador escolher um passo de 10° , o sistema descreverá arcos de 10° . A cada parada, o operador é informado através de um sinal sonoro para fazer o registro do valor do campo apresentado pelo medidor de potência. Após o registro deste dado, o posicionador passa para a próxima posição. Ao final de toda a operação, é perguntado ao usuário se deseja salvar as informações coletadas. Caso afirmativo, o programa gera um arquivo com os dados coletados.
- Posicionamento Manual – Neste caso, o operador digita o valor do ângulo onde a antena deve ser posicionada. Este valor corresponde à posição absoluta, ou seja, se for digitado 60° , o posicionador avançará a antena 60° a partir da origem. Se depois for digitado 20° , o posicionador retornará 40° , e se posicionará em 20° a partir da origem. Como no caso anterior, a cada parada do posicionador, é pedido para que o operador digite o valor indicado no medidor de potência. Ao final, se o operador desejar salvar os dados coletados é realizado o mesmo procedimento de salvamento que é realizado no procedimento de Posicionamento Automático.
- Zerar o posicionador – Nesta opção o operador dispõe de duas teclas que realizam o avanço e o retrocesso do posicionador. Isto permite a escolha da posição de referência (0°) do sistema.
- Sair – Desliga o programa.

Escolhida a opção, o software converte os valores dos ângulos em quantidades de passos que o motor deve executar para atingir a posição desejada. Além disso, o software seqüencia estes passos e envia para a porta paralela do PC (ver seção 2.5), ativando os bits D0, D1, D2 e D3 alternadamente. Ao ativar estes bits, a interface de acionamento (ver seção 2.4) liga os enrolamentos correspondentes do motor de passo (ver seção 2.1), fazendo-o se movimentar em sentido horário ou anti-horário. A fonte de alimentação (ver seção 2.3) é responsável por fornecer a energia necessária para o motor, visto que não poderíamos fazer o acionamento direto do motor pela porta paralela, pois esta última não suportaria fornecer a potência necessária. O motor, ao girar, movimenta a redução mecânica (ver seção 2.2) que, por sua vez, aumenta o torque no eixo de saída, onde é fixado um mandril de $3/8''$, e aumenta, também, a resolução do sistema, porém, em contrapartida, a velocidade de posicionamento diminui. Neste mandril é fixada a antena a ser posicionada.

3.2 Comparação entre os Sistemas

Podemos comparar o procedimento realizado pelo posicionador com o que é realizado atualmente.

Nas fotos 2 e 3 temos o atual sistema de posicionamento. Na foto 2, podemos ver no primeiro plano, à direita, o gerador de microondas que está conectado à antena sob teste, através do cabo coaxial. Por trás da antena sob teste podemos ver o medidor de potência. Note a necessidade da mesa para apoiar o plano de medição.

O plano de medição é o tampo de uma antiga prancheta de desenho onde foram traçados arcos concêntricos de 180° com raios que aumentam de 5 cm em 5 cm. Também foram traçadas linhas radiais de 5° em 5° . Podemos ver na foto 3 o plano de medição com mais detalhes. Nesta foto também podemos notar a antena sob teste à esquerda e a antena de referência à direita, próxima ao medidor de potência que aparece no canto superior direito.



Foto 2: Sistema de posicionamento usado no laboratório.

Na foto 3 podemos ver a barra que mantém a antena de referência alinhada com a antena sob teste. Fica claro pela foto que, devido as limitações físicas do plano de medição, a antena de referência não pode se afastar muito da antena sob teste. Também não podemos medir campos no intervalo de 180° à 360° sem ter que modificar o arranjo do sistema. Outra dificuldade é que a resolução da mesa é de 5° , ou seja, podemos usar intervalos de, no mínimo, 5° ou seus múltiplos.

Além dessas dificuldades de natureza física, também existe a dificuldade na realização do experimento. Para que este seja executado, devemos regular o gerador de microondas na frequência e potência desejadas e ligá-lo a antena sob teste. Para evitar interferências, o medidor de potência, que é ligado à antena de referência, é afastado ao máximo do plano de medição. A antena de referência é fixada na barra na distância correta em relação à outra antena, para que possa girar ao seu redor.

Depois de ajustado o sistema, o operador então posiciona a antena de referência em 0° , se afasta em direção ao medidor, aguarda a leitura estabilizar-se e anota o valor lido, depois retorna ao plano de medição, avança a antena de referência para a nova posição e repete toda a operação. Isto é muito cansativo e algo muito repetitivo para o operador.

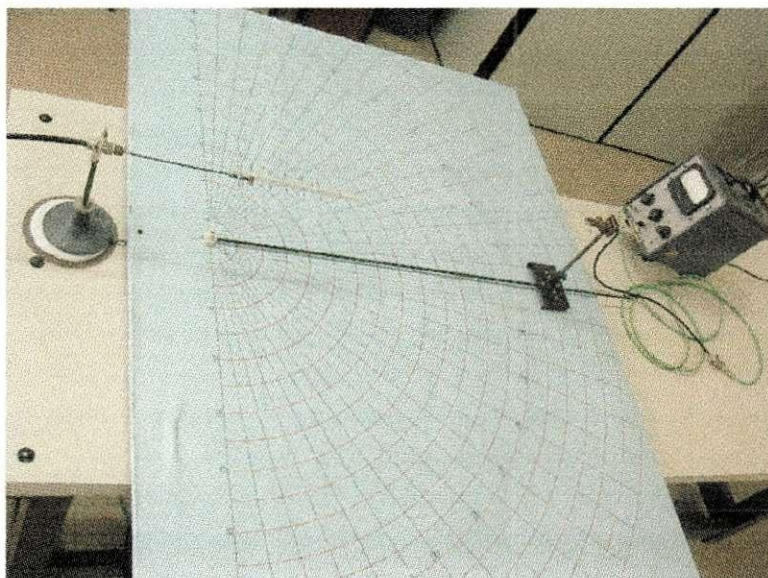


Foto 3: Detalhes do plano de medição do sistema de posicionamento usado no laboratório.

No novo sistema de posicionamento, esquematizado na figura 12, temos o gerador, que é ajustado da mesma forma que no sistema anterior, e que alimenta a antena sob teste. Esta antena está fixada no posicionador que a desloca para o ângulo desejado (ver seção 3.1) a partir das informações vindas do computador. A antena de referência é posicionada à qualquer distância em relação à antena sob teste, pois é a antena sob teste que gira em torno do seu próprio eixo. Nesta forma de operação, podemos manter a antena de referência fixa. O operador dispõe os equipamentos de forma que o computador e o medidor estejam juntos, assim não é necessário deslocar-se para fazer a leitura ou o registro do valor lido.

Depois de tudo organizado, basta indicar a forma de posicionamento e a antena sob teste se desloca para o ângulo desejado. É feita a leitura e o registro do valor; e o posicionador então se desloca para a nova posição.

As dificuldades existentes no sistema atual de posicionamento não existem no novo sistema, visto que ele pode girar de 0° à 360° em passos de, no mínimo, $0,1^\circ$; a distância entre as antenas pode ser qualquer uma, pois quem gira é a antena sob teste; e, se o operador organizar bem os aparelhos, não precisará se levantar enquanto o experimento não acabar.

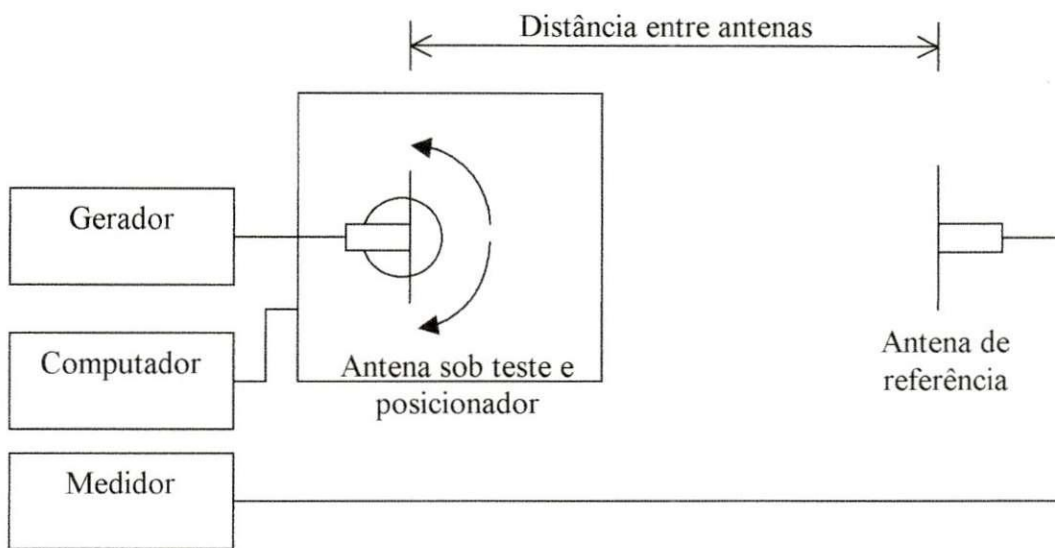


Figura 12: Esquema do novo sistema de medição.



Foto 4: Sistema Posicionador Automático: gabinete de madeira e computador . À esquerda, o gabinete do posicionador com a porta aberta; ao centro, gabinete com a porta fechada; e à direita, detalhe do mandril onde são fixadas as antenas.

4 Conclusão

Após alguns testes, podemos concluir que o novo sistema de posicionamento funciona muito bem dentro das especificações para as quais foi projetado, fazendo com que os objetivos propostos tenham sido alcançados com êxito.

Embora tenhamos alcançado tais objetivos, cabe-nos citar alguns aprimoramentos que poderiam melhorar o equipamento e tornar a realização dos experimentos ainda mais confortável. Podemos citar como aprimoramentos percebidos durante a fase de testes, os seguintes:

- Ajuste automático do zero – Pode-se fixar um disco no eixo da antena sob teste com uma posição de referência (um pequeno furo, por exemplo) e colocar um sensor que ative um dos pinos de entrada da porta paralela quando aquela posição for alcançada. Com uma rotina de software pode-se fazer com que, ao iniciar o programa, o posicionador automaticamente encontre a posição de referência e sempre parta desta posição.
- Leitura automática do medidor – Através de um conversor analógico-digital (pode-se pensar no uso de placas de som) pode-se fazer automaticamente a leitura do campo indicado pelo medidor de potência, visto que este dispõe de uma saída analógica que representa o valor medido. Com esta leitura automática o sistema poderia realizar medições com ângulos de passo muito pequenos sem nenhuma interferência do operador.
- Geração de gráficos – Poder-se-ia criar uma rotina para que, no momento em que se estivesse fazendo a medição, fosse plotado, na tela do computador, o gráfico correspondente. Mas isto, só para efeito ilustrativo e comparativo, tendo o pesquisador uma forma de saber se o comportamento do campo está conforme o esperado ou se existe algum problema que possa ser corrigido. Para a análise dos resultados é recomendável o uso de programas dedicados ao tratamento matemático, que já possuem ferramentas cujos resultados são reconhecidos pelos meios acadêmico e de pesquisa.

Além dos aprimoramentos que citamos, podemos citar aplicações para o sistema, como por exemplo:

- Levantamento de diagrama de irradiação na banda X – Devido ao alto torque do sistema, podemos montar o conjunto Kliston/Antena no posicionador e medir o diagrama de irradiação dessas antenas.
- Radar na banda X – Como é possível, através de alterações no software e automatização das leituras, fazer o posicionador ficar girando indefinidamente, podemos adaptar uma base com antenas transmissora e receptora, e fazer experimentos para mostrar o princípio de funcionamento dos radares.

Deve-se notar que, embora este projeto tenha sido concluído para o que foi proposto, ele abre caminho para novos projetos e também para novos experimentos que podem vir a ser desenvolvidos no Laboratório de Eletromagnetismo e Microondas Aplicados – LEMA.

5 Bibliografia

Schildt, Herbert, - Turbo C++ Guia do Usuário - Makron Books,1992.

Pappas, Chris H.; Murray, William H. – Turbo C++ Completo e Total – Makron Books, 1991

Wesley, Marcos; Melo, José Altino T.;Moraes, Ataliba Capasso – Tango Uma Ferramenta Poderosa para Projetos Eletrônicos! – Editora Érica Ltda., 1999.

Revista Saber Eletrônica – nº 323 – Dezembro de 1999– Editora Saber

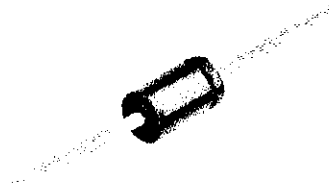
Axelson, Jan, Parallel Port Complete – Programming, Interfacing, & Using the PC's Parallel Printer Port, Lakeview Research, 1999.

6 Anexos

1N4001 - 1N4007

Features

- Low forward voltage drop.
- High surge current capability.



DO-41

COLOR BAND DENOTES CATHODE

General Purpose Rectifiers (Glass Passivated)

Absolute Maximum Ratings* T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V _{RRM}	Peak Repetitive Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
I _{F(AV)}	Average Rectified Forward Current, .375" lead length @ T _A = 75°C	1.0							A
I _{FSM}	Non-repetitive Peak Forward Surge Current 8.3 ms Single Half-Sine-Wave	30							A
T _{stg}	Storage Temperature Range	-55 to +175							°C
T _J	Operating Junction Temperature	-55 to +175							°C

*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

Thermal Characteristics

Symbol	Parameter	Value	Units
P _D	Power Dissipation	3.0	W
R _{θJA}	Thermal Resistance, Junction to Ambient	50	°C/W

Electrical Characteristics T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Device							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V _F	Forward Voltage @ 1.0 A	1.1							V
I _r	Maximum Full Load Reverse Current, Full Cycle T _A = 75°C	30							μA
I _R	Reverse Current @ rated V _R T _A = 25°C T _A = 100°C	5.0 500							μA μA
C _T	Total Capacitance V _R = 4.0 V, f = 1.0 MHz	15							pF

General Purpose Rectifiers (Glass Passivated)

(continued)

1N4001-1N4007

Typical Characteristics

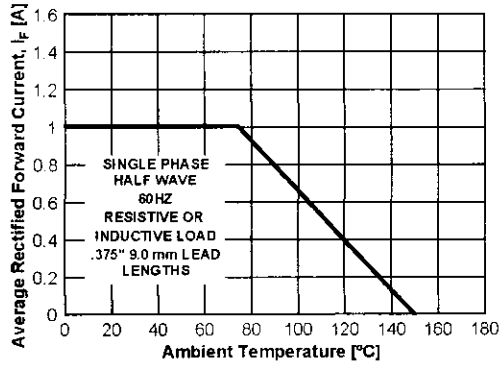


Figure 1. Forward Current Derating Curve

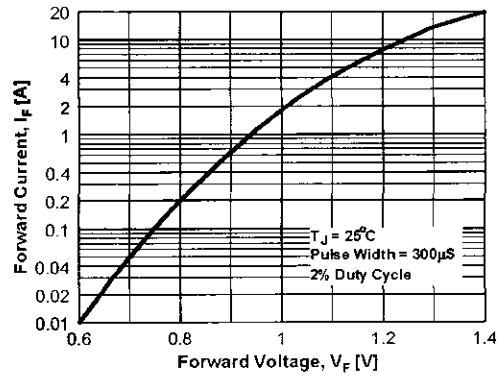


Figure 2. Forward Voltage Characteristics

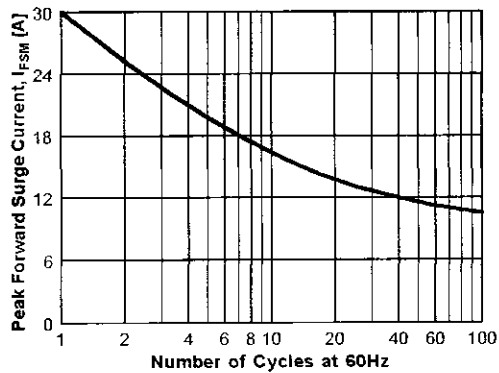


Figure 3. Non-Repetitive Surge Current

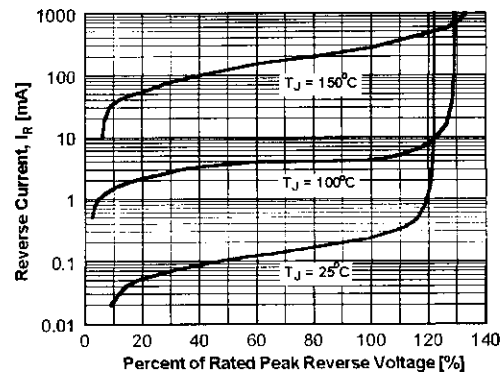


Figure 4. Reverse Current vs Reverse Voltage

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACE ^x ™	FAST [®]	OPTOLOG [™]	SMART START™	VCM™
Bottomless™	FASTr™	OPTOPLANAR™	STAR*POWER™	
CoolFET™	FRFET™	PACMAN™	Stealth™	
CROSSVOLT™	Global Optoisolator™	POP™	SuperSOT-3™	
DenseTrench™	Q™	Power247™	SuperSOT-3™	
DOME™	HiSeC™	PowerTrench [®]	SuperSOT-3™	
EcoSPARK™	ISOPLANAR™	QET™	SyncFET™	
E ² CMOS™	LittleFET™	Q™	TinyLogic™	
EnSigna™	MicroFET™	Q Optoelectronics™	TruTranslation™	
FACT™	MicroPak™	Qet Series™	HC™	
FACT Qet Series™	MICROWIRE™	SILENT SWITCHER [®]	µaFET [®]	

STAR*POWER is used under license

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

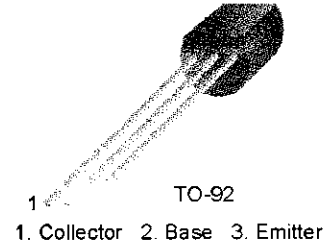
Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

BC546/547/548/549/550

Switching and Applications

- High Voltage: BC546, $V_{CE0}=65V$
- Low Noise: BC549, BC550
- Complement to BC556 ... BC560



NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_a=25^\circ C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage : BC546	80	V
	: BC547/550	50	V
	: BC548/549	30	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage : BC546	65	V
	: BC547/550	45	V
	: BC548/549	30	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage : BC546/547	6	V
	: BC548/549/550	5	V
I_C	Collector Current (DC)	100	mA
P_C	Collector Power Dissipation	500	mW
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ C$
T_{STG}	Storage Temperature	-65 ~ 150	$^\circ C$

Electrical Characteristics $T_a=25^\circ C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
I_{CBO}	Collector Cut-off Current	$V_{CB}=30V, I_E=0$			15	nA
h_{FE}	DC Current Gain	$V_{CE}=5V, I_C=2mA$	110		800	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C=10mA, I_B=0.5mA$		90	250	mV
		$I_C=100mA, I_B=5mA$		200	600	mV
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C=10mA, I_B=0.5mA$		700		mV
		$I_C=100mA, I_B=5mA$		900		mV
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter On Voltage	$V_{CE}=5V, I_C=2mA$	580	660	700	mV
		$V_{CE}=5V, I_C=10mA$			720	mV
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE}=5V, I_C=10mA, f=100MHz$		300		MHz
C_{ob}	Output Capacitance	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$		3.5	6	pF
C_{ib}	Input Capacitance	$V_{EB}=0.5V, I_C=0, f=1MHz$		9		pF
NF	Noise Figure : BC546/547/548 : BC549/550 : BC549 : BC550	$V_{CE}=5V, I_C=200\mu A$		2	10	dB
		$f=1KHz, R_G=2K\Omega$		1.2	4	dB
		$V_{CE}=5V, I_C=200\mu A$		1.4	4	dB
		$R_G=2K\Omega, f=30-15000MHz$		1.4	3	dB

h_{FE} Classification

Classification	A	B	C
h_{FE}	110 ~ 220	200 ~ 450	420 ~ 800

Typical Characteristics

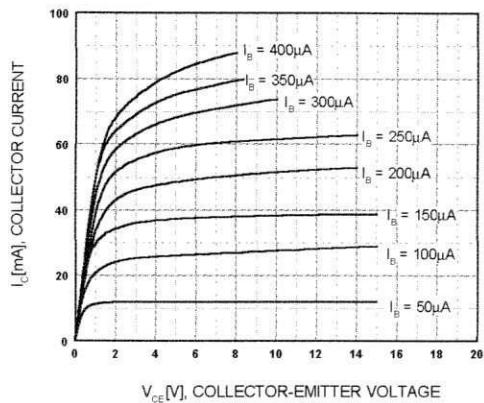


Figure 1. Static Characteristic

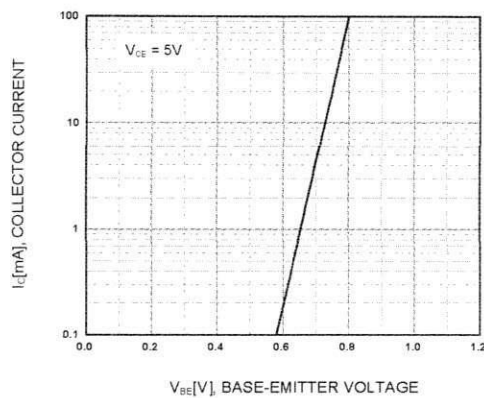


Figure 2. Transfer Characteristic

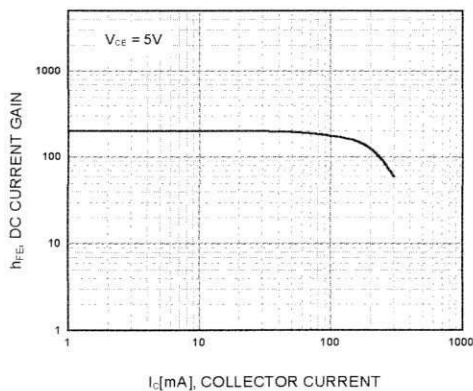


Figure 3. DC current Gain

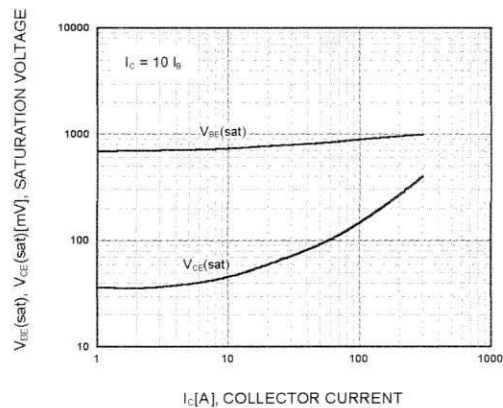


Figure 4. Base-Emitter Saturation Voltage
Collector-Emitter Saturation Voltage

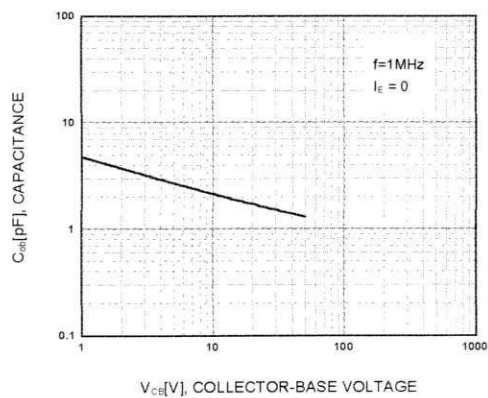


Figure 5. Output Capacitance

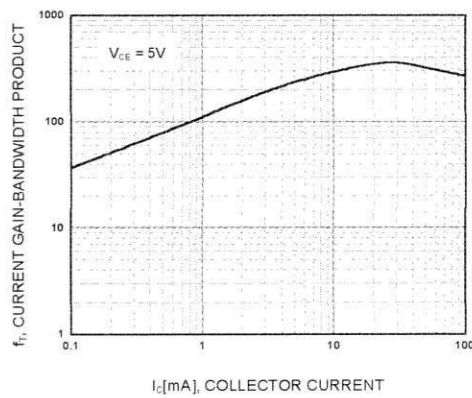
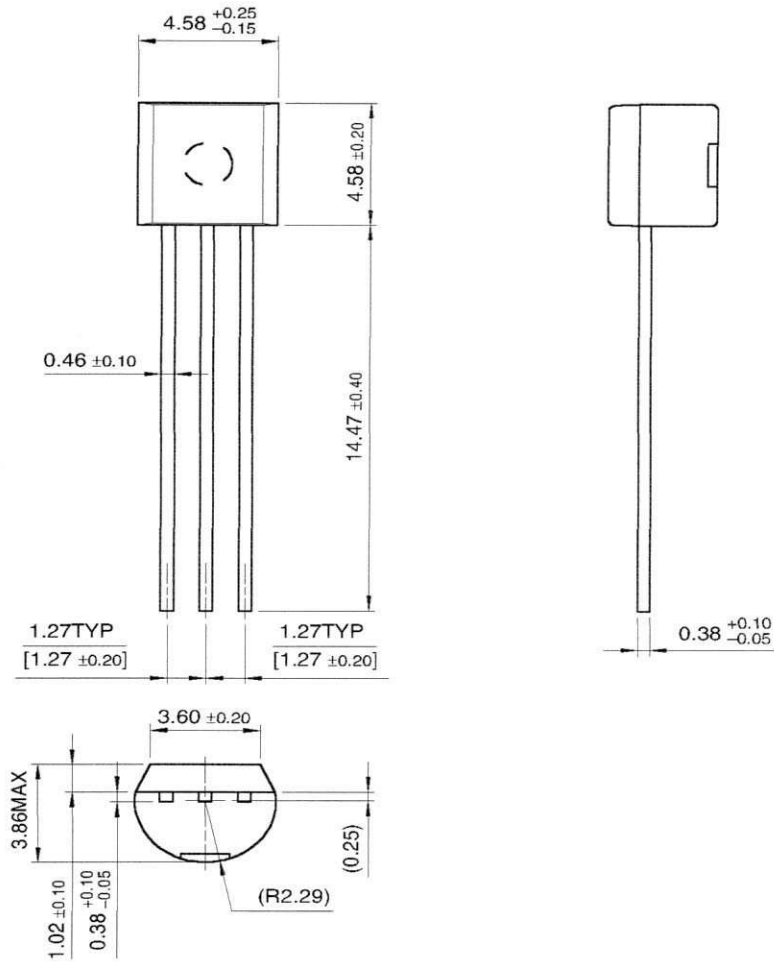


Figure 6. Current Gain Bandwidth Product

Package Demensions

TO-92

BC546/547/548/549/550



Dimensions in Millimeters

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACE ^x ™	FAST [®]	OPTOPLANAR™	STAR*POWER™
Bottomless™	FAST _r ™	PACMAN™	Stealth™
CoolFET™	FRFET™	POP™	SuperSOT™-3
CROSSVOLT™	GlobalOptoisolator™	Power247™	SuperSOT™-6
DenseTrench™	GTO™	PowerTrench [®]	SuperSOT™-8
DOME™	HiSeC™	QFET™	SyncFET™
EcoSPARK™	ISOPLANAR™	QS™	TruTranslation™
E ² CMOS™	LittleFET™	QT Optoelectronics™	TinyLogic™
EnSigna™	MicroFET™	Quiet Series™	UHC™
FACT™	MICROWIRE™	SLIENT SWITCHER [®]	UltraFET [®]
FACT Quiet Series™	OPTOLOGIC™	SMART START™	VCX™

STAR*POWER is used under license

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

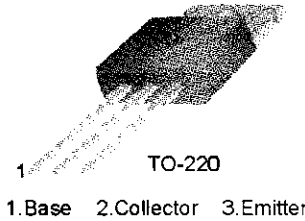
Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

TIP31 Series(TIP31/31A/31B/31C)

Medium Power Linear Switching Applications

□ Complementary to TIP32/32A/32B/32C



NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage : TIP31 : TIP31A : TIP31B : TIP31C	40	V
		60	V
		80	V
		100	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage : TIP31 : TIP31A : TIP31B : TIP31C	40	V
		60	V
		80	V
		100	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	5	V
I_C	Collector Current (DC)	3	A
I_{CP}	Collector Current (Pulse)	5	A
I_B	Base Current	1	A
P_C	Collector Dissipation ($T_C=25^\circ\text{C}$)	40	W
P_C	Collector Dissipation ($T_a=25^\circ\text{C}$)	2	W
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature	- 65 ~ 150	$^\circ\text{C}$

Electrical Characteristics $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
$V_{CEO(sus)}$	* Collector-Emitter Sustaining Voltage : TIP31 : TIP31A : TIP31B : TIP31C	$I_C = 30\text{mA}, I_B = 0$	40		V
			60		V
			80		V
			100		V
I_{CEO}	Collector Cut-off Current : TIP31/31A : TIP31B/31C	$V_{CE} = 30\text{V}, I_B = 0$		0.3	mA
		$V_{CE} = 60\text{V}, I_B = 0$		0.3	mA
I_{CES}	Collector Cut-off Current : TIP31 : TIP31A : TIP31B : TIP31C	$V_{CE} = 40\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
		$V_{CE} = 60\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
		$V_{CE} = 80\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
		$V_{CE} = 100\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	$V_{EB} = 5\text{V}, I_C = 0$		1	mA
h_{FE}	* DC Current Gain	$V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 1\text{A}$	25		
		$V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 3\text{A}$	10	50	
$V_{CE(sat)}$	* Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 3\text{A}, I_B = 375\text{mA}$		1.2	V
$V_{BE(sat)}$	* Base-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 3\text{A}$		1.8	V
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 500\text{mA}$	3.0		MHz

* Pulse Test: PW:300 μs , Duty Cycle:2%

Typical Characteristics

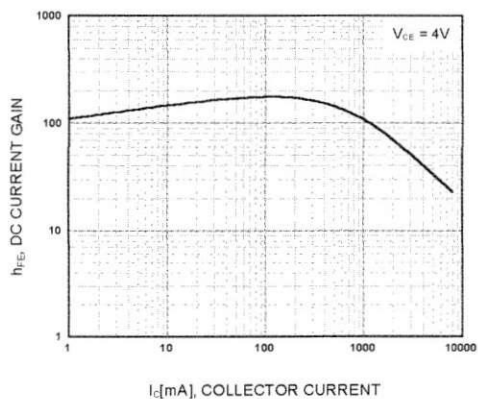


Figure 1. DC current Gain

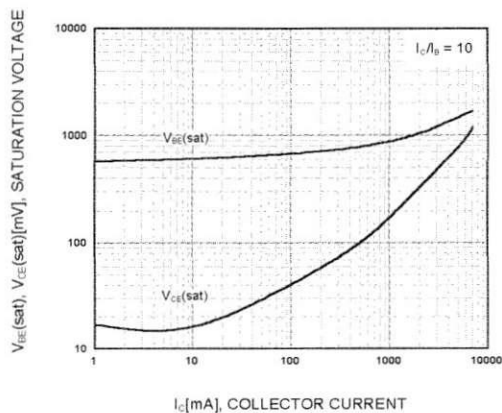


Figure 2. Base-Emitter Saturation Voltage
Collector-Emitter Saturation Voltage

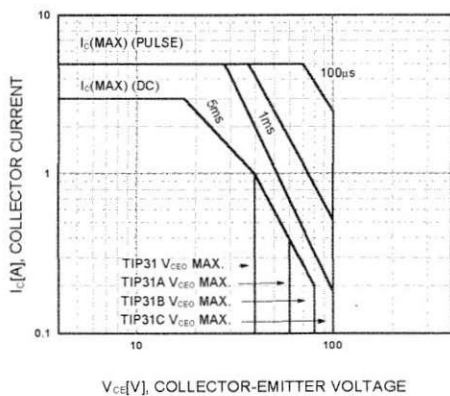


Figure 3. Safe Operating Area

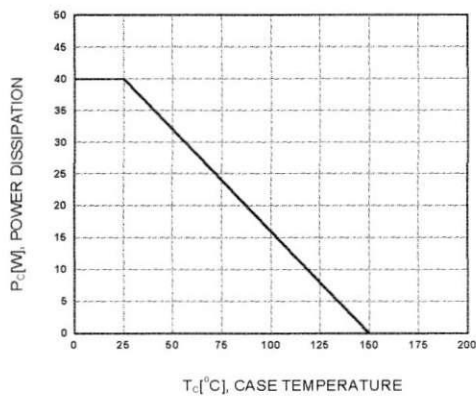
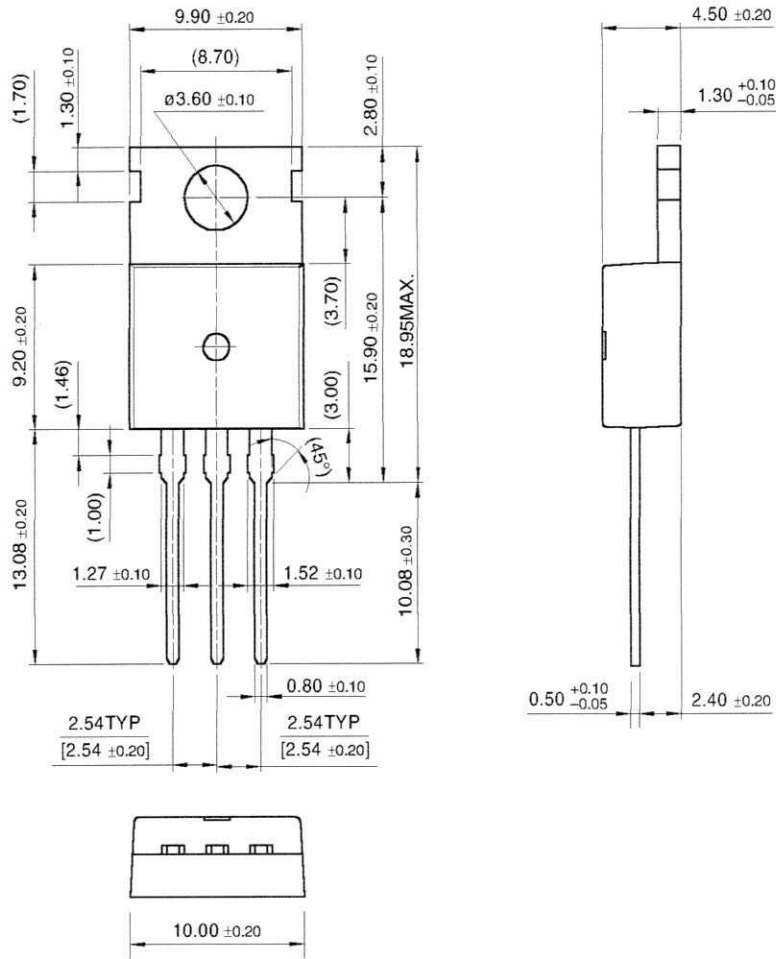


Figure 4. Power Derating

Package Dimensions

TO-220

TIP31 Series (TIP31/31A/31B/31C)



Dimensions in Millimeters

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACEx™	HiSeC™	SuperSOT™-8
Bottomless™	ISOPLANAR™	SyncFET™
CoolFET™	MICROWIRE™	TinyLogic™
CROSSVOLT™	POP™	UHC™
E ² CMOS™	PowerTrench®	VCX™
FACT™	QFET™	
FACT Quiet Series™	QS™	
FAST®	Quiet Series™	
FASTr™	SuperSOT™-3	
GTO™	SuperSOT™-6	

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR INTERNATIONAL.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

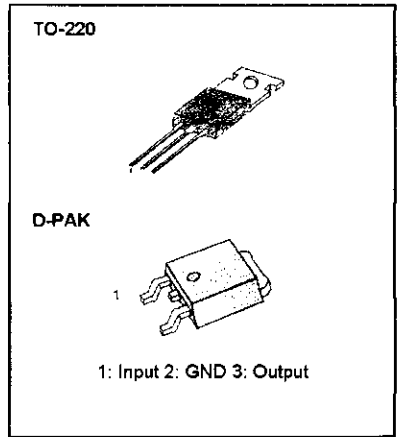
LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

3-TERMINAL 1A POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

The LM78XX series of three-terminal positive regulators are available in the TO-220/D-PAK package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut-down and safe area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

FEATURES

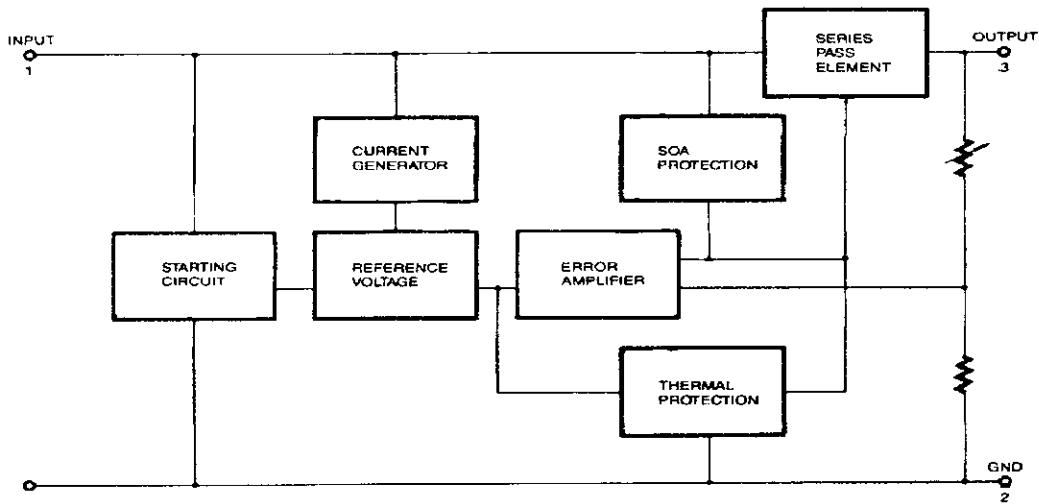
- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor SOA Protection



ORDERING INFORMATION

Device	Output Voltage Tolerance	Packag	Operating Temperature
KA78XXCT	± 4%	TO-220	0 ~ +125 °C
KA78XXAT	± 2%		-40 ~ +125 °C
KA78XXIT	± 4%		0 ~ +125 °C
KA78XXR		-40 ~ +125 °C	
KA78XXAR	± 2%	D-PAK	0 ~ +125 °C
KA78XXIR	± 4%		-40 ~ +125 °C

BLOCK DIAGRAM



©1989 Fairchild Semiconductor Corporation

Rev. B

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for $V_O = 5\text{V}$ to 18V) (for $V_O = 24\text{V}$)	V_I	35	V
	V_I	40	V
Thermal Resistance Junction-Cases	$R_{\theta JC}$	5	$^\circ\text{C}/\text{W}$
Thermal Resistance Junction-Air	$R_{\theta JA}$	65	$^\circ\text{C}/\text{W}$
Operating Temperature Range KA78XX/A/R/RA KA78XXI/RI	T_{OPR}	0 ~ +125	$^\circ\text{C}$
		-40 ~ +125	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{STG}	-65 ~ +150	$^\circ\text{C}$

LM7805//R/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit, $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 10\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7805I			LM7805			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	4.8	5.0	5.2	4.8	5.0	5.2	V
		$5.0\text{mA} \leq I_O \leq 1.0\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$							
		$V_I = 7\text{V}$ to 20V $V_I = 8\text{V}$ to 20V	4.75	5.0	5.25	4.75	5.0	5.25	
Line Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	$V_O = 7\text{V}$ to 25V	4.0	100	4.0	100	mV	
			$V_I = 8\text{V}$ to 12V	1.6	50	1.6	50		
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	$I_O = 5.0\text{mA}$ to 1.5A	9	100	9	100	mV	
			$I_O = 250\text{mA}$ to 750mA	4	50	4	50		
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ\text{C}$	5.0	8	5.0	8	mA		
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$T_J = +25^\circ\text{C}$	$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A	0.03	0.5	0.03	0.5	mA	
			$V_I = 7\text{V}$ to 25V			0.3	1.3		
			$V_I = 8\text{V}$ to 25V	0.3	1.3				
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	-0.8		-0.8		mV/ $^\circ\text{C}$		
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz}$ to 100KHz , $T_A = +25^\circ\text{C}$	42		42		$\mu\text{V}/V_O$		
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$ $V_O = 8$ to 18V	62	73	62	73	dB		
Dropout Voltage	V_O	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$	2		2		V		
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{KHz}$	15		15		$\text{m}\Omega$		
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$	230		230		mA		
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$	2.2		2.2		A		

* $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XX//RI: $T_{MIN} = -40^\circ\text{C}$, $T_{MAX} = +125^\circ\text{C}$

LM78XX/R: $T_{MIN} = 0^\circ\text{C}$, $T_{MAX} = +125^\circ\text{C}$

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7806//R/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit, $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500mA$, $V_I = 11V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7806I			LM7806			Unit	
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max		
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ C$	5.75	6.0	6.25	5.75	6.0	6.25	V	
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_D \leq 15W$ $V_I = 8.0V$ to $21V$ $V_I = 9.0V$ to $21V$	5.7	6.0	6.3	5.7	6.0	6.3		
Line Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$	$V_I = 8V$ to $25V$	5	120		5	120	mV	
			$V_I = 9V$ to $13V$		1.5	60		1.5		60
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$	$I_O = 5mA$ to $1.5A$		9	120		9	120	mV
			$I_O = 250mA$ to $750A$		3	60		3	60	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ C$		5.0	8		5.0	8	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$T_J = +25^\circ C$	$I_O = 5mA$ to $1A$			0.5		0.5	mA	
			$V_I = 8V$ to $25V$					1.3		
			$V_I = 9V$ to $25V$			1.3				
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$		-0.8			-0.8		mV/ $^\circ C$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100KHz$, $T_A = +25^\circ C$		45			45		$\mu V / V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_I = 9V$ to $19V$	59	75		59	75		dB	
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1A$, $T_J = +25^\circ C$		2			2		V	
Output Resistance	R_D	$f = 1KHz$		19			19		$m\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^\circ C$		250			250		mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ C$		2.2			2.2		A	

* $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XX//RI: $T_{MIN} = -40^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

LM78XX/R: $T_{MIN} = 0^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

* Load and line regulation are specified at constant, junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7808//R/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test Circuit, $T_{MN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500mA$, $V_I = 14V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7808I			LM7808			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ C$	7.7	8.0	8.3	7.7	8.0	8.3	V
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_O \leq 15W$ $V_I = 10.5V$ to $23V$ $V_I = 11.5V$ to $23V$	7.6	8.0	8.4	7.6	8.0	8.4	
Line Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$	$V_I = 10.5V$ to $25V$	5.0	160		5.0	160	mV
			$V_I = 11.5V$ to $17V$	2.0	80		2.0	80	
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$	$I_O = 5.0mA$ to $1.5A$	10	160		10	160	mV
			$I_O = 250mA$ to $750mA$	5.0	80		5.0	80	
Quiescent Current	I_O	$T_J = +25^\circ C$		5.0	8		5.0	8	mA
Quiescent Current Change	ΔI_O	$T_J = +25^\circ C$	$I_O = 5mA$ to $1.0A$	0.05	0.5		0.05	0.5	mA
			$V_I = 10.5A$ to $25V$				0.5	1.0	
			$V_I = 11.5V$ to $25V$	0.5	1.0				
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$		-0.8			-0.8		mV/°C
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100KHz$, $T_A = +25^\circ C$		52			52		$\mu V/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$, $V_I = 11.5V$ to 21.5	56	73		56	73		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1A$, $T_J = +25^\circ C$		2			2		V
Output Resistance	R_O	$f = 1KHz$		17			17		m Ω
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^\circ C$		230			230		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ C$		2.2			2.2		A

* $T_{MN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XXI/RI: $T_{MN} = -40^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

LM78XX/R: $T_{MN} = 0^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7809//R/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit. $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500mA$, $V_I = 15V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7809I			LM7809			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ C$	8.65	9	9.35	8.65	9	9.35	V
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_D \leq 15W$ $V_I = 11.5V$ to 24V $V_I = 12.5V$ to 24V	8.6	9	9.4	8.6	9	9.4	
Line Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$	$V_I = 11.5V$ to 25V	6	180	6	180	mV	
			$V_I = 12V$ to 25v	2	90	2	90		
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$	$I_O = 5mA$ to 1.5A	12	180	12	180	mV	
			$I_O = 250mA$ to 750mA	4	90	4	90		
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ C$	5.0	8	5.0	8	mA		
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$T_J = +25^\circ C$	$I_O = 5mA$ to 1.0A		0.5		0.5	mA	
			$V_I = 11.5V$ to 26V				1.3		
			$V_I = 12.5V$ to 26V		1.3				
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$		-1		-1	mV/ $^\circ C$		
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to 100KHz, $T_A = +25^\circ C$		58		58	$\mu V / V_O$		
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_I = 13V$ to 23V	56	71	56	71	dB		
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1A$, $T_J = +25^\circ C$		2		2	V		
Output Resistance	R_O	$f = 1KHz$		17		17	m Ω		
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^\circ C$		250		250	mA		
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ C$		2.2		2.2	A		

* $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XXI/RI: $T_{MIN} = -40^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

LM78XX/R: $T_{MIN} = 0^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

* Load and line regulation are specified at constant, junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7810//R/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit, $T_{MN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500mA$, $V_I = 16V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7810I			LM7810			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ C$	9.6	10	10.4	9.6	10	10.4	V
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_D \leq 15W$				9.5	10	10.5	
		$V_I = 12.5V$ to $25V$ $V_I = 13.5V$ to $25V$	9.5	10	10.5				
Line Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$	$V_I = 12.5V$ to $25V$	10	200	10	200	mV	
			$V_I = 13V$ to $25V$	3	100	3	100		
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$	$I_O = 5mA$ to $1.5A$	12	200	12	200	mV	
			$I_O = 250mA$ to $750mA$	4	400	4	400		
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ C$	5.1	8	5.1	8	mA		
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$T_J = +25^\circ C$	$I_O = 5mA$ to $1.0A$		0.5		0.5	mA	
			$V_I = 12.5V$ to $29V$				1.0		
			$V_I = 13.5V$ to $29V$		1.0				
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$	-1		-1		mV/°C		
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100KHz$, $T_A = +25^\circ C$	58		58		$\mu V/V_O$		
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_I = 13V$ to $23V$	56	71	56	71	dB		
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1A$, $T_J = +25^\circ C$	2		2		V		
Output Resistance	R_O	$f = 1KHz$	17		17		$m\Omega$		
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^\circ C$	250		250		mA		
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ C$	2.2		2.2		A		

* $T_{MN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XX/I/RI: $T_{MN} = -40^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

LM78XX/R: $T_{MN} = 0^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

* Load and line regulation are specified at constant, junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7811//R/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit, $T_{MN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500mA$, $V_I = 18V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7811I			LM7811			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ C$	10.6	11	11.4	10.6	11	11.4	V
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_D \leq 15W$ $V_I = 13.5V$ to $26V$ $V_I = 14.5V$ to $26V$	10.5	11	11.5	10.5	11	11.5	
Line Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$	$V_I = 13.5V$ to $25V$	10	220	10	220	mV	
			$V_I = 14V$ to $21V$	3.0	110	3	110		
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$	$I_O = 5.0mA$ to $1.5A$		12	220	12	220	mV
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ C$	$I_O = 250mA$ to $750mA$		4	110	4	110	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$T_J = +25^\circ C$	$I_O = 5mA$ to $1.0A$		0.5		0.5	mA	
			$V_I = 13.5V$ to $29V$				1.0		
			$V_I = 14.5V$ to $29V$		1.0				
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$		-1		-1		mV/ $^\circ C$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100KHz$, $T_A = +25^\circ C$		70		70		$\mu V / V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_I = 14V$ to $24V$	55	71		55	71	dB	
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1A$, $T_J = +25^\circ C$		2		2		V	
Output Resistance	R_O	$f = 1KHz$		18		18		m Ω	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^\circ C$		250		250		mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ C$		2.2		2.2		A	

* $T_{MN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XXI/RI: $T_{MN} = -40^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

LM78XX/R: $T_{MN} = 0^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7812I/R/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit, $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500mA$, $V_I = 19V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7812I			LM7812			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ C$	11.5	12	12.5	11.5	12	12.5	V
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_O \leq 15W$ $V_I = 14.5V$ to $27V$ $V_I = 15.5V$ to $27V$	11.4	12	12.6	11.4	12	12.6	
Line Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$	$V_I = 14.5V$ to $30V$	10	240	10	240	mV	
			$V_I = 16V$ to $22V$	3.0	120	3.0	120		
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$	$I_O = 5mA$ to $1.5A$ $I_O = 250mA$ to $750mA$	11 5.0	240 120	11 5.0	240 120	mV	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ C$		5.1	8	5.1	8	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$T_J = +25^\circ C$	$I_O = 5mA$ to $1.0A$	0.1	0.5	0.1	0.5	mA	
			$V_I = 14.5V$ to $30V$			0.5	1.0		
			$V_I = 15V$ to $30V$		1.0				
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$	0.5	-1		-1		mV/°C	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100KHz$, $T_A = +25^\circ C$		76		76		mV/V _O	
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_I = 15V$ to $25V$	55	71		55	71	dB	
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1A$, $T_J = +25^\circ C$		2		2		V	
Output Resistance	R_O	$f = 1KHz$		18		18		mΩ	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^\circ C$		230		230		mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ C$		2.2		2.2		A	

$T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XXI/RI: $T_{MIN} = -40^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

LM78XX/R: $T_{MIN} = 0^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

* Load and line regulation are specified at constant, junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7815//R/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit, $T_{MN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500mA$, $V_I = 23V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7815J			LM7815			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ C$	14.4	15	15.6	14.4	15	15.6	V
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_D \leq 15W$ $V_I = 17.5V$ to $30V$ $V_I = 18.5V$ to $30V$	14.2 5	15	15.75	14.25	15	15.75	
Line Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$	$V_I = 17.5V$ to $30V$	11	300	11	300	mV	
			$V_I = 20V$ to $26V$	3	150	3	150		
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$	$I_O = 5mA$ to $1.5A$	12	300	12	300	mV	
			$I_O = 250mA$ to $750mA$	4	150	4	150		
Quiescent Current	I_O	$T_J = +25^\circ C$	5.2	8	5.2	8	mA		
Quiescent Current Change	ΔI_O	$T_J = +25^\circ C$	$I_O = 5mA$ to $1.0A$		0.5		0.5	mA	
			$V_I = 17.5V$ to $30V$				1.0		
			$V_I = 18.5V$ to $30V$		1.0				
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$	-1		-1		mV/ $^\circ C$		
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100KHz$, $T_A = +25^\circ C$		90		90	$\mu V / V_O$		
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_I = 18.5V$ to $28.5V$	54	70	54	70	dB		
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1A$, $T_J = +25^\circ C$		2		2	V		
Output Resistance	R_O	$f = 1KHz$		19		19	$m\Omega$		
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^\circ C$		250		250	mA		
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ C$		2.2		2.2	A		

* $T_{MN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XXI/RI: $T_{MN} = -40^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

LM78XX/R: $T_{MN} = 0^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

* Load and line regulation are specified at constant, junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7818//R/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit, $T_{MN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500mA$, $V_I = 27V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7818I			LM7818			Unit	
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max		
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ C$	17.3	18	18.7	17.3	18	18.7	V	
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_D \leq 15W$				17.1	18	18.9		
		$V_I = 21V$ to $33V$ $V_I = 22V$ to $33V$	17.1	18	18.9					
Line Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$	$V_I = 21V$ to $33V$	15	360		15	360	mV	
			$V_I = 24V$ to $30V$		5	180		5		180
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$							mV	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ C$		5.2	8		5.2	8	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$T_J = +25^\circ C$	$I_O = 5mA$ to $1.0A$			0.5			0.5	mA
			$V_I = 21V$ to $33V$						1	
			$V_I = 22V$ to $33V$			1.0				
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$		-1			-1		mV/ $^\circ C$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100KHz$, $T_A = +25^\circ C$		110			110		$\mu V/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_I = 22V$ to $32V$	53	69		53	69		dB	
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1A$, $T_J = +25^\circ C$		2			2		V	
Output Resistance	R_O	$f = 1KHz$		22			22		m Ω	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^\circ C$		250			250		mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ C$		2.2			2.2		A	

* $T_{MN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XXI/RI: $T_{MN} = -40^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

LM78XX/R: $T_{MN} = 0^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

* Load and line regulation are specified at constant, junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7824//R/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit, $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500mA$, $V_I = 33V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7824I			LM7824			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ C$	23	24	25	23	24	25	V
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_D \leq 15W$ $V_I = 27V$ to $38V$ $V_I = 28V$ to $38V$	22.8	24	25.2	22.8	24	25.2	
Line Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$	$V_I = 27V$ to $38V$	17	480	17	480	mV	
			$V_I = 30V$ to $36V$	6	240	6	240		
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$	$I_O = 5mA$ to $1.5A$	15	480	15	480	mV	
			$I_O = 250mA$ to $750mA$	5.0	240	5.0	240		
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ C$		5.2	8	5.2	8	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$T_J = +25^\circ C$	$I_O = 5mA$ to $1.0A$	0.1	0.5	0.1	0.5	mA	
			$V_I = 27V$ to $38V$			0.5	1		
			$V_I = 28V$ to $38V$	0.5	1				
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$		-1.5		-1.5		mV/°C	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100KHz$, $T_A = +25^\circ C$		160		60		$\mu V/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_I = 28V$ to $38V$	50	67		50	67	dB	
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1A$, $T_J = +25^\circ C$		2		2		V	
Output Resistance	R_O	$f = 1KHz$		28		28		m Ω	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^\circ C$		230		230		mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ C$		2.2		2.2		A	

* $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XXI/RI: $T_{MIN} = -40^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

LM78XX/R: $T_{MIN} = 0^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

* Load and line regulation are specified at constant, junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7805A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+25^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 10\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	4.9	5	5.1	V
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_D \leq 5\text{W}$ $V_I = 7.5$ to 20V	4.8	5	5.2	
□ Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 7.5$ to 25V $I_O = 500\text{mA}$		5	50	V
		$V_I = 8\text{V to } 12\text{V}$		3	50	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$ $V_I = 7.3\text{V to } 25\text{V}$		5	50	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$ $V_I = 8\text{V to } 12\text{V}$		1.5	25	
□ Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$		9	100	V
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$		9	100	
		$I_O = 250$ to 750mA		4	50	
Quiescent Current	I_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.0	6	mA
Quiescent Current Change	ΔI_O	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$			0.5	mA
		$V_I = 8\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$			0.8	
		$V_I = 7.5\text{V to } 20\text{V}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.8	
Output Voltage Drift	$\Delta V/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-0.8		mV/ $^\circ\text{C}$
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_A = +25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 8\text{V to } 18\text{V}$		68		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2		V
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{KHz}$		17		$\text{m}\Omega$
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A

*Load and line regulation are specified at constant, junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7806A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+150^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 11\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	5.58	6	6.12	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 8.6$ to 21V	5.76	6	6.24		
□ Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 8.6$ to 25V $I_O = 500\text{mA}$		5	60	mV	
		$V_I = 9\text{V to } 13\text{V}$		3	60		
		$T_J = +25^\circ\text{C}$	$V_I = 8.3\text{V to } 21\text{V}$		5		60
			$V_I = 9\text{V to } 13\text{V}$		1.5		30
□ Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$		9	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$		4	100		
		$I_O = 250$ to 750mA		5.0	50		
Quiescent Current	I_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$		4.3	6	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_O	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$			0.5	mA	
		$V_I = 9\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$			0.8		
		$V_I = 8.5\text{V to } 21\text{V}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.8		
Output Voltage Drift	$\Delta V/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-0.8		mV/ $^\circ\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$ $T_A = +25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 9\text{V to } 19\text{V}$		65		dB	
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2		V	
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{kHz}$		17		$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A	

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7808A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+150^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 14\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	7.84	8	8.16	V	
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A , $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 8.6$ to 21V	7.7	8	8.3		
□ Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 10.6$ to 25V $I_O = 500\text{mA}$		6	80	mV	
		$V_I = 11$ to 17V		3	80		
		$T_J = +25^\circ\text{C}$	$V_I = 10.4\text{V}$ to 23V		6		80
			$V_I = 11\text{V}$ to 17V		2		40
□ Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA}$ to 1.5A		12	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A		12	100		
		$I_O = 250$ to 750mA		5	50		
Quiescent Current	I_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.0	6	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_O	$I_O = 5\text{mA}$ to 1A			0.5	mA	
		$V_I = 11\text{V}$ to 25V , $I_O = 500\text{mA}$			0.8		
		$V_I = 10.6\text{V}$ to 23V , $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.8		
Output Voltage Drift	$\Delta V/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-0.8		mV / $^\circ\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz}$ to 100KHz $T_A = +25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 11.5\text{V}$ to 21.5V		62		dB	
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2		V	
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{KHz}$		18		$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A	

* Load and line regulation are specified at constant, junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7809A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+125^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 15\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	8.82	9.0	9.18	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 11.2$ to 24V	8.65	9.0	9.35		
□ Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 11.7$ to 25V $I_O = 500\text{mA}$		6	90	mV	
		$V_I = 12.5$ to 19V		4	45		
		$T_J = +25^\circ\text{C}$	$V_I = 11.5\text{V to } 24\text{V}$		6		90
			$V_I = 12.5\text{V to } 19\text{V}$		2		45
□ Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$		12	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$		12	100		
		$I_O = 250$ to 750mA		5	50		
Quiescent Current	I_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.0	6.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_O	$V_I = 11.7\text{V to } 25\text{V}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.8	mA	
		$V_I = 12\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$			0.8		
		$I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$			0.5		
Output Voltage Drift	$\Delta V/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-1.0		mV/ $^\circ\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_A = +25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 12\text{V to } 22\text{V}$		62		dB	
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2.0		V	
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{KHz}$		17		$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A	

* Load and line regulation are specified at constant, junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7810A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+125^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 16\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	9.8	10	10.2	V
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A , $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 12.8$ to 25V	9.6	10	10.4	
□ Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 12.8$ to 26V $I_O = 500\text{mA}$		8	100	mV
		$V_I = 13$ to 20V		4	50	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$	$V_I = 12.5\text{V}$ to 25V $V_I = 13\text{V}$ to 20V	8 3	100 50	
□ Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA}$ to 1.5A		12	100	mV
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A		12	100	
		$I_O = 250$ to 750mA		5	50	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.0	6.0	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$V_I = 13\text{V}$ to 26V , $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.5	mA
		$V_I = 12.8\text{V}$ to 25V , $I_O = 500\text{mA}$			0.8	
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A			0.5	
Output Voltage Drift	$\Delta V/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-1.0		mV $^\circ\text{C}$
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz}$ to 100KHz $T_A = +25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 14\text{V}$ to 24V		62		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2.0		V
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{KHz}$		17		$\text{m}\Omega$
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A

* Load and line regulation are specified at constant, junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7811A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+125^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 18\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	10.8	11.0	11.2	V
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 13.8$ to 26V	10.6	11.0	11.4	
□ Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 12.8$ to 26V $I_O = 500\text{mA}$		10	110	mV
		$V_I = 15$ to 21V		4	55	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$ $V_I = 13.5\text{V to } 26\text{V}$		10	110	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$ $V_I = 15\text{V to } 21\text{V}$		3	55	
□ Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$		12	100	mV
		$I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$		12	100	
		$I_O = 250$ to 750mA		5	50	
Quiescent Current	I_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.1	6.0	mA
Quiescent Current Change	ΔI_O	$V_I = 13.8\text{V to } 26\text{V}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.8	mA
		$V_I = 14\text{V to } 27\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$			0.8	
		$I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$			0.5	
Output Voltage Drift	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-1.0		mV / $^\circ\text{C}$
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_A = +25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 14\text{V to } 24\text{V}$		61		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2.0		V
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{KHz}$		18		$\text{m}\Omega$
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A

* Load and line regulation are specified at constant, junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7812A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+125^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 19\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	11.75	12	12.25	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 14.8$ to 27V	11.5	12	12.5		
□ Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 14.8$ to 30V $I_O = 500\text{mA}$		10	120	mV	
		$V_I = 16$ to 22V		4	120		
		$T_J = +25^\circ\text{C}$	$V_I = 14.5\text{V to } 27\text{V}$		10		120
			$V_I = 16\text{V to } 22\text{V}$		3		60
□ Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$		12	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$		12	100		
		$I_O = 250$ to 750mA		5	50		
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.1	6.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$V_I = 15\text{V to } 30\text{V}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.5	mA	
		$V_I = 14\text{V to } 27\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$			0.8		
		$I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$			0.8		
Output Voltage Drift	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-1.0		mV/ $^\circ\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$ $T_A = +25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 14\text{V to } 24\text{V}$		60		dB	
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2.0		V	
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{kHz}$		18		$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A	

* Load and line regulation are specified at constant, junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7815A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+150^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 23\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	14.7	15	15.3	V	
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A , $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 17.7$ to 30V	14.4	15	15.6		
□ Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 17.9$ to 30V $I_O = 500\text{mA}$		10	150	mV	
		$V_I = 20$ to 26V		5	150		
		$T_J = +25^\circ\text{C}$	$V_I = 17.5\text{V}$ to 30V		11		150
			$V_I = 20\text{V}$ to 26V		3		75
□ Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA}$ to 1.5A		12	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A		12	100		
		$I_O = 250$ to 750mA		5	50		
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.2	6.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$V_I = 17.5\text{V}$ to 30V , $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.5	mA	
		$V_I = 17.5\text{V}$ to 30V , $I_O = 500\text{mA}$			0.8		
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A			0.8		
Output Voltage Drift	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-1.0		mV/ $^\circ\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz}$ to 100KHz $T_A = +25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 18.5\text{V}$ to 28.5V		58		dB	
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2.0		V	
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{KHz}$		19		$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A	

* Load and line regulation are specified at constant, junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7818A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+150^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 27\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	17.64	18	18.36	V	
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A , $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 21$ to 33V	17.3	18	18.7		
□Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 21$ to 33V $I_O = 500\text{mA}$		15	180	mV	
		$V_I = 21$ to 33V		5	180		
		$T_J = +25^\circ\text{C}$	$V_I = 20.6\text{V}$ to 33V		15		180
			$V_I = 24\text{V}$ to 30V		5		90
□Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA}$ to 1.5A		15	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A		15	100		
		$I_O = 250$ to 750mA		7	50		
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.2	6.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$V_I = 21\text{V}$ to 33V , $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.5	mA	
		$V_I = 21\text{V}$ to 33V , $I_O = 500\text{mA}$			0.8		
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A			0.8		
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-1.0		mV/°C	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz}$ to 100kHz $T_A = +25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 18.5\text{V}$ to 28.5V		57		dB	
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2.0		V	
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{kHz}$		19		$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A	

* Load and line regulation are specified at constant, junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7824A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+150^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 33\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	23.5	24	24.5	V
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A , $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 27.3$ to 38V	23	24	25	
□ Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 27$ to 38V $I_O = 500\text{mA}$		18	240	mV
		$V_I = 21$ to 33V		6	240	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$	$V_I = 26.7\text{V}$ to 38V		18	
		$V_I = 30\text{V}$ to 36V		6	120	
□ Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA}$ to 1.5A		15	100	mV
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A		15	100	
		$I_O = 250$ to 750mA		7	50	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.2	6.0	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$V_I = 27.3\text{V}$ to 38V , $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.5	mA
		$V_I = 27.3\text{V}$ to 38V , $I_O = 500\text{mA}$			0.8	
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A			0.8	
Output Voltage Drift	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-1.5		mV/ $^\circ\text{C}$
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz}$ to 100kHz $T_A = 25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 18.5\text{V}$ to 28.5V		54		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2.0		V
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{kHz}$		20		$\text{m}\Omega$
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A

* Load and line regulation are specified at constant, junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

Fig. 1 Quiescent Current

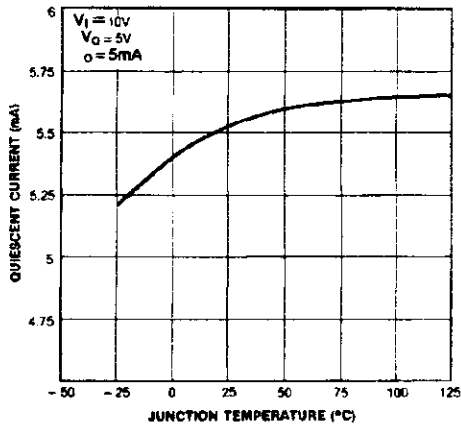


Fig. 2 Peak Output Current

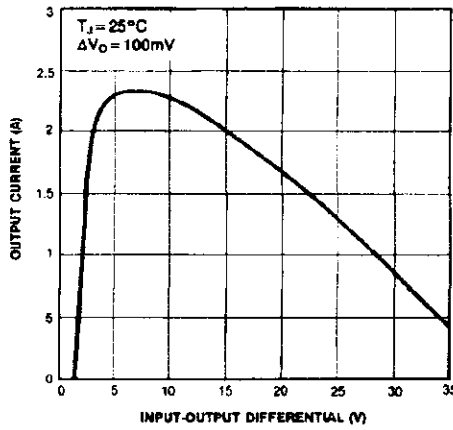


Fig. 3 Output Voltage

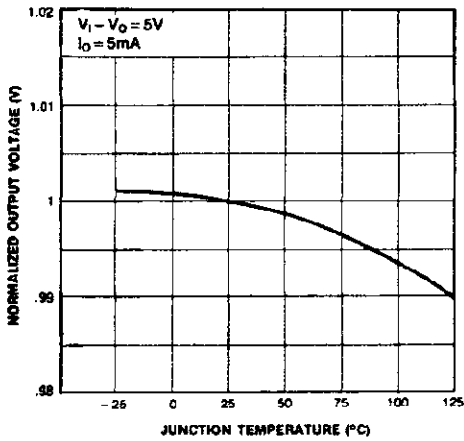
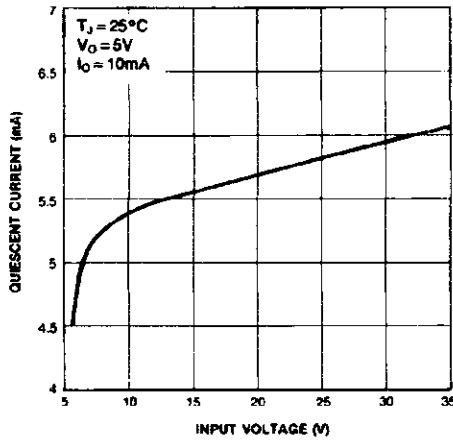


Fig. 4 Quiescent Current



LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

TYPICAL APPLICATIONS

Fig. 5 DC Parameters

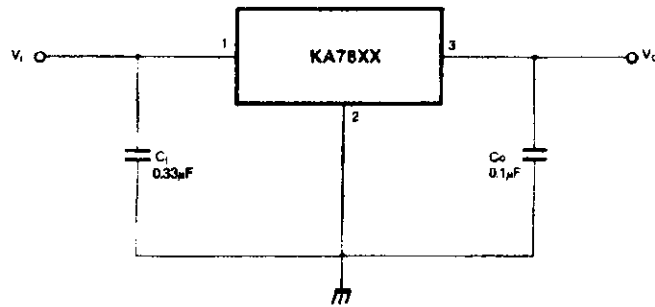


Fig. 6 Load Regulation

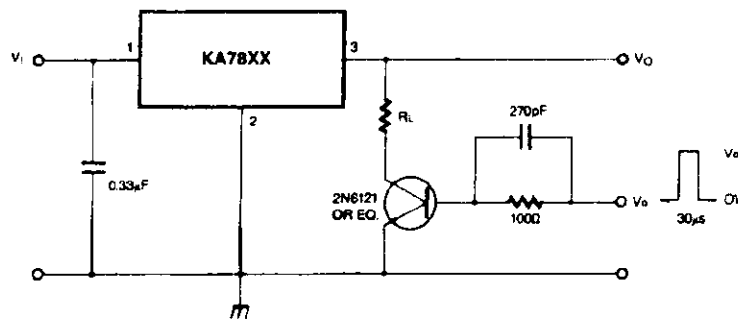
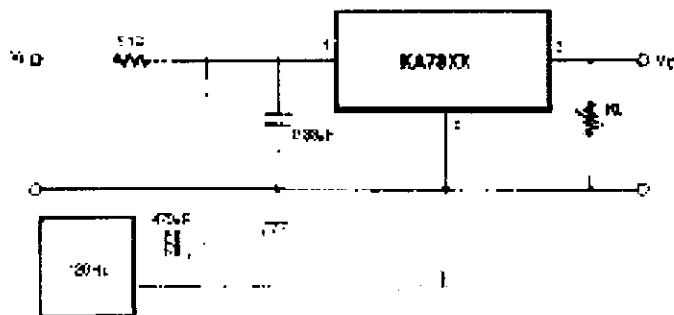


Fig. 7 Ripple Rejection



FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR

TYPICAL APPLICATIONS (Continued)

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

Fig. 8 Fixed Output Regulator

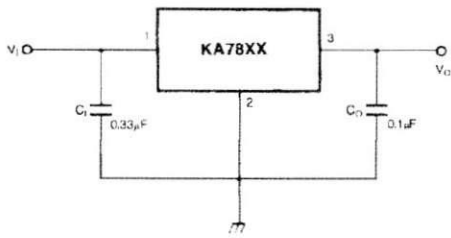
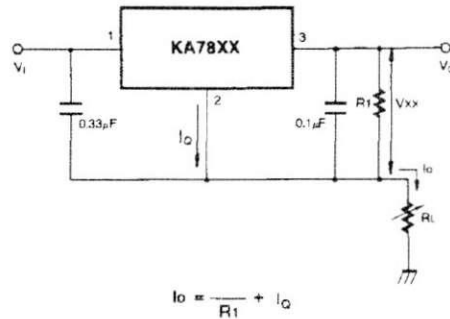


Fig. 9 Constant Current Regulator

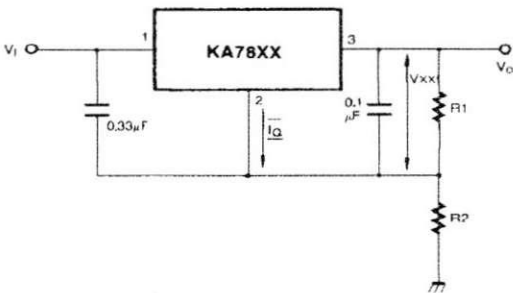


$$I_O = \frac{V_{XX}}{R_1} + I_Q$$

Notes:

- (1) To specify an output voltage, substitute voltage value for "XX."
A common ground is required between the input and the Output voltage. The input voltage must remain typically 2.0V above the output voltage even during the low point on the input ripple voltage.
- (2) C₁ is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.
- (3) C₀ improves stability and transient response.

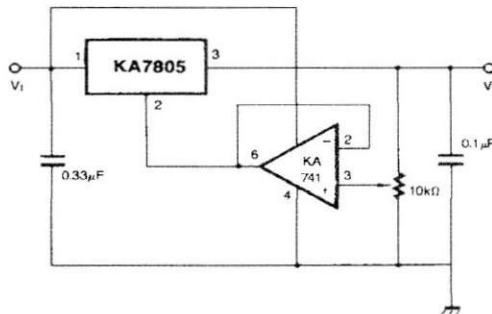
Fig. 10 Circuit for Increasing Output Voltage



$$I_{R1} \geq 5 I_Q$$

$$V_O = V_{XX} (1 + R_2/R_1) + I_Q R_2$$

Fig. 11 Adjustable Output Regulator (7 to 30V)



LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

TYPICAL APPLICATIONS (Continued)

Fig. 12 High Current Voltage Regulator

Fig. 13 High Output Current with Short Circuit Protection

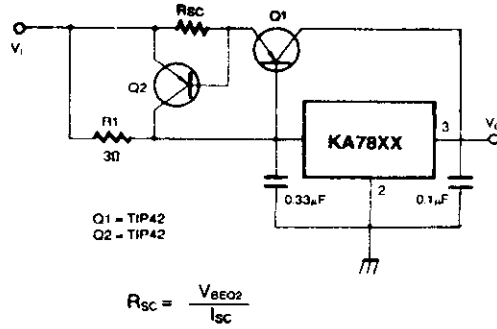
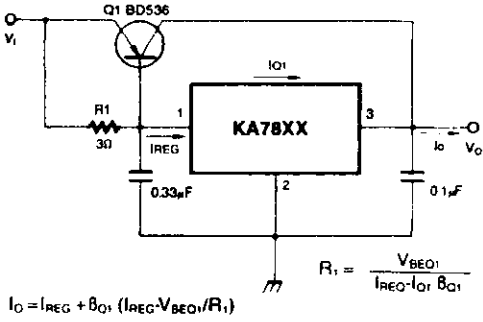
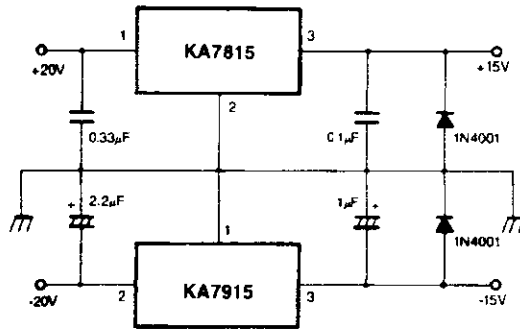
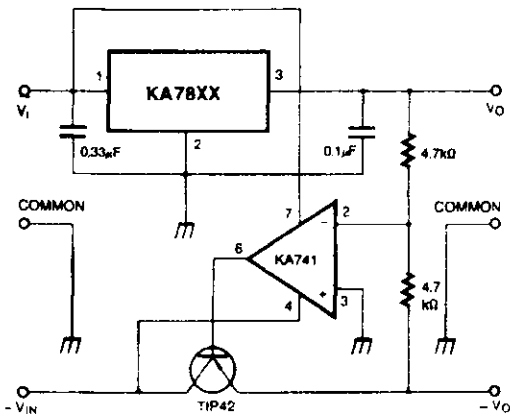


Fig. 14 Tracking Voltage Regulator

Fig. 15 Split Power Supply ($\pm 15V-1A$)



LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

TYPICAL APPLICATIONS (Continued)

Fig. 16 Negative Output Voltage Circuit

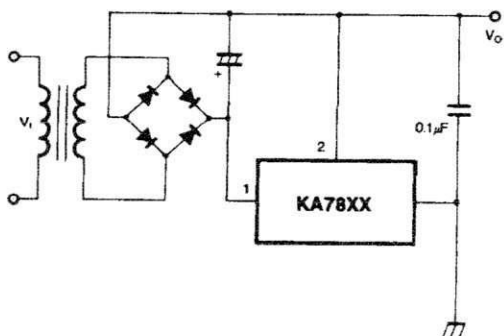
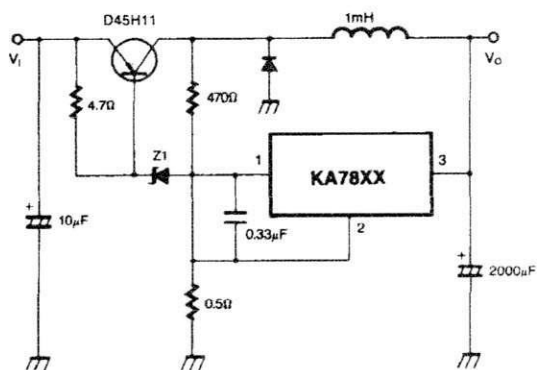


Fig. 17 switching Regulator



LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACE^x™
CoolFET™
CROSSVOLT™
E²CMOS™
FACT™
FACT Quiet Series™
FAST®
FAST_r™
GTO™
HiSeC™

ISOPLANAR™
MICROWIRE™
POP™
PowerTrench™
QST™
Quiet Series™
SuperSOT™-3
SuperSOT™-6
SuperSOT™-8
TinyLogic™

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.

2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.