



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 93118390.1

[45]授权公告日 1998 年 9 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 1039761C

[22]申请日 93.10.8 [24]颁证日 98.7.3

[21]申请号 93118390.1

[73]专利权人 狄 清

地址 213300江苏省溧阳市溧城姚家巷78号

共同专利权人 杨阿齐

[72]发明人 狄 清 杨阿齐

[56]参考文献

CN1254510 1991. 9.11 H02P8 / 00

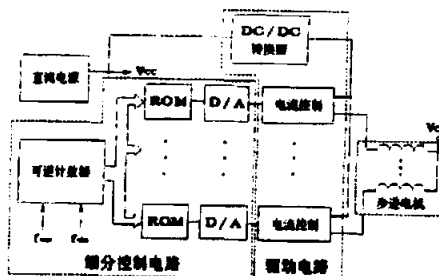
审查员 郑鸿飞

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图页数 6 页

[54]发明名称 步进电机细分式驱动电路

[57]摘要

本发明是一种步进电机细分式驱动电路，由细分控制电路和驱动电路组成，细分控制电路由可逆计数器进行加减计数，计数值从 ROM 中变换出对应的电流值，经 D/A 转换后作为驱动电路的电流给定信号；驱动电路由它激式 PWM 电流闭环调节电路和 DC/DC 转换器构成。本发明具有高斩波频率、高细分精度、高效率、正反转控制方便等优点，可以对不同相数、不同细分要求的反应式步进电机实施控制，同时对具有公共节点的星形接法或独立相绕组引线的步进电机均适用。



权 利 要 求 书

1. 一种步进电机细分式驱动电路, 包括细分控制电路和驱动电路; 细分控制电路由可逆计数器 (1)、与步进电机相数相等数量的存贮器 ROM (6) 和 D/A 转换器 (7) 构成; 驱动电路由与步进电机相数相等数量的电流控制电路 (2) 和功率驱动 (10) 组成; 其特征在于:
 - a. 可逆计数器 (1) 对步进电机正转控制脉冲信号 f_{up} 加计数或对步进电机反转控制脉冲信号 f_{dn} 减计数, 其计数值作为存贮器 ROM (6) 的地址信号, 存贮器 ROM (6) 的输出数据由 D/A 转换器 (7) 转换为模拟信号 V_A , V_A 作为驱动电路的电流给定信号, 实现对步进电机的细分控制。
 - b. 电流控制电路 (2) 由电流调节器 (8)、脉冲宽度控制器 (9)、功率驱动 (10) 和电流取样电路 (11) 组成步进电机它激式脉宽调制 (PWM) 电流闭环控制电路;
 - c. 功率驱动 (10) 将步进电机 (5) 绕组的电感贮能释放至电源 V_{DD} , DC/DC 转换器 (3) 将功率驱动 (10) 释放至电源 V_{DD} 的步进电机 (5) 绕组的电感贮能回馈至直流电源 (4) 的 V_{CC} 。
2. 根据权利要求 1 所述的驱动电路, 其特征在于其功率驱动 (10) 由功率场效应管 Q_1 和二极管 D_1 组成。
3. 根据权利要求 1 所述的驱动电路, 其特征在于脉冲宽度控制器 (9) 采用了脉冲宽度控制集成电路。
4. 根据权利要求 1 所述的驱动电路, 其特征在于 DC/DC 转换器由电阻 R_{20} 、 R_{21} 、电容器 C_{10} 和运算放大器 U_{5A} 构成的电流调节器内环和由电阻 R_{17} 、 R_{18} 、 R_{19} 、电容器 C_9 、稳压二极管 D_4 、运算放大器 U_{5B} 构成的电压调节器外环组成电压、电流双闭环调节电路。
5. 根据权利要求 1 所述的驱动电路, 其特征在于 DC/DC 转换器 (3) 控制 V_{DD} 的电压值与 V_{CC} 的电压值之比为 2:1。

说 明 书

步进电机细分式驱动电路

本发明是一种步进电机驱动器电路,由细分控制电路、驱动电路构成,主要用于驱动反应式步进电机。

文献《可变细分式步进电机驱动电源》,申请号89202160.8,公开了一种可细分式步进电机驱动电源,其目的是实现步进电机可变细分,在这种电源中采用了无源电阻网络D/A转换产生阶梯波基准信号来控制功率级实现恒流斩波。其不足之处是:① D/A转换由无源电阻网络组成,细分数难以增加,且受电阻网络精度影响,细分精度低。② 功率驱动部分采用桥式电路,仅适用于具有独立相绕组引线的步进电机,不适用于具有公共节点的星形接法的步进电机,通用性差。

文献《步进电机的驱动电路》发明专利申请公开说明书(申请号:90101131.2)公开的步进电机驱动电路,采用单片微处理器8031、EPROM2732和锁存器74LS373构成的最小系统使驱动电流按照软件设定的控制规律随输入控制信号 f_c 变化,其主要目的是改善步进电机在各频段的响应特性。其不足之处在于①虽改善了步进电机频率响应特性,但在低频时随其驱动电流的变化,步进电机输出力矩将变小。②无细分功能。

上述二种方案的驱动电路,其电流控制均采用施密特触发器作闭环电流检测、自激振荡的斩波方式,而达到稳流目的。其缺点是相电流中存在较大的锯齿形电流纹波,恒流特性较差,不能用于细分度较高的步进电机驱动电路。本发明提供了一种具有较高精度细分功能的细分控制电路和频率响应宽、效率高、适用于驱动各种不同接线方式、不同相数的反应式步进电机的驱动电路,构成步进电机细分式驱动电路。

本发明的细分控制电路由可逆计数器(1)、与步进电机相数相等数量的存贮器ROM(6)、D/A转换器(7)组成。可逆计数器对步进电机正转控制脉冲信号 f_{up} 计数或对步进电机反转控制脉冲信号 f_{dn} 减计数,以控制步进电机正反转,存贮器ROM(6)按不同的细分度要求、不同的步进电机相数和不同的相绕组固化了相应的电流值序列,可逆计数器计数值作为存贮器ROM(6)的地址信号,存贮器ROM(6)的输出数字信号经D/A转换器(7)转化为模拟信号 V_A , V_A 作为驱动电路的电流给定信号,实现对步进电机电流的高精度控制,从而达到较高的细分精度。

本发明的驱动电路由步进电机相数相等数量的电流控制电路(2)和DC/DC转换器(3)构成,其中电流控制电路(2)由电流调节器(8)、电流取样电路(11)、脉冲宽度控制器(9)和功率驱动(10)组成,电流调节器(8)的给定信号为细分控制电路的输出模拟信号 V_A ,电流取样电路(11)将步进电机驱动电流经取样放大后作为电流调节器(8)的反馈信号,电流调节器输出信号接至脉冲宽度控制器(9)进行脉冲宽度控制。

脉冲宽度控制器(9)采用了脉冲宽度控制(PWM)集成电路,其输出脉冲信号接至功率驱动(10),控制步进电机绕组电流跟随电流给定信号 V_A 。

功率驱动电路(10)将步进电机(5)绕组中的电感贮能释放到电源 V_{DD} ,DC/DC转换器将此能量回馈至直流电源(4)的 V_{CC} 中。

本发明的解决方案可进一步对照以下附图加以说明。

图1 是本发明的原理框图。

图2 是本发明电流控制电路(2)的原理框图。

图3 是电流控制电路(2)的原理图。

图4 是DC/DC转换器(3)的原理图。

图5 是可逆计数器(1)的原理图。

图6 是存贮器ROM(6)和D/A转换器(7)的原理图。

图3、图4、图5、图6构成本发明最佳实施方案。

各图中单元代号表示如下: 1—可逆计数器; 2—电流控制电路; 3—DC/DC转换器; 4—直流电源; 5—步进电机; 6—存贮器ROM; 7—D/A转换器; 8—电流调节器; 9—脉冲宽度控制器; 10—功率驱动; 11—电流取样电路。

直流电源(4)和步进电机(5)不属于本发明。

图5所示可逆计数器(1)由3只4位二进制同步加减计数器74HC193(U_7 、 U_8 、 U_9)构成12位二进制可逆计数器,对脉冲控制信号 f_{up} 加计数,控制步进电机正转,对脉冲控制信号 f_{dn} 减计数,控制步进电机反转。

图6所示存贮器ROM(6)由EPROM2732构成,在存贮器ROM(6)的内存单元中固化有按不同的细分度要求、不同的步进电机相数和不同相序的电流值数据序列,存贮器ROM(6)的地址信号为图5所示可逆计数器(1)之输出值,存贮器ROM(6)的输出信号为对应于该地址的内存单元中的给定电流值数据,它作为D/A转换器(7)之输入数据信号。

D/A转换器(7)由D/A转换集成电路DAC0832(U_3)、运算放大器LM324(U_{2c})、 D_2 和 R_5 构成,其中 D_2 和 R_5 产生D/A转换器集成电路 U_3 的电压基准,来自存贮器ROM(6)的输出数据(电流给定的数字信号)经D/A转换,产生相应的模拟电压信号 V_A , V_A 将作为电流调节器(8)的电流给定信号。

图3所示电流取样电路(11)由运算放大器LM324(U_{2a})、取样电阻 R_4 、电阻 R_6 、 R_7 、 R_8 、电容 C_4 构成取样放大电路,其输出信号作为电流反馈信号接至电流调节器(8)之电阻 R_9 端。

电流调节器(8)由运算放大器LM324(U_{2b})、电阻 R_6 、 R_{10} 、 R_{11} 、电容 C_5 构成PI调节器, V_A 为电流给定信号,其输出信号接至脉冲宽度控制器(9)进行脉冲宽度控制。

脉冲宽度控制器(9)由PWM集成电路TL494(U_1)、电容 C_1 、 C_2 、 C_3 、电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 构成,其脉宽调制信号来自电流调节器(8)之端出端,并由 C_1 滤除高频干扰信号,接至TL494(U_1)第3端, C_3 为 U_1 内部基

准电压滤波电容, R_1 、 C_2 为 U_1 定时电路, 确定脉冲宽度控制器(9)的振荡频率, 其输出经 R_2 、 R_3 接至功率驱动(10), 脉冲宽度控制器(9)输出脉冲的占空比随输入调制信号变化。

功率驱动(10)由场效应晶体管 Q_1 、二极管 D_1 构成, Q_1 栅极受脉冲宽度控制器(9)控制, 当 Q_1 栅极加高电平而导通时, V_{CC} 经步进电机(5)之绕组、 Q_1 、电流取样电阻 R_4 到地线构成第一回路, 步进电机(5)之绕组电感电流增大(贮能增加); 当 Q_1 栅极加低电平时, Q_1 截止, 这时 V_{CC} 经步进电机(5)之绕组和 D_1 到 V_{DD} 构成第二回路, 步进电机(5)绕组电感贮能向 V_{DD} 释放, 绕组电流减小, V_{DD} 能量增加电压升高, 由于 V_{DD} 上接有图4所示DC/DC转换器(3), 能把这部分能量经变换后回馈至电源 V_{CC} 上, 故 V_{DD} 电压不会无限制升高, 而是稳定在 $V_{DD}=2V_{CC}$ 上。

由于 Q_1 开关频率很高(可达到100KHZ以上), 其工作周期远远小于步进电机(5)绕组电感的充放电时间常数, 故绕组中电流纹波很小。同时由于取样电路(11)、电流调节器(8)、脉冲宽度控制器(9)组成闭环调节电路的控制, 使步进电机(5)绕组电流能精确按比例跟随电流给定值 V_A , 达到较高的动态和静态性能。

图4所示DC/DC转换器(3)由下列部分构成:

① 由电感器 L_1 、 L_2 、电容器 C_7 、 C_8 、二极管 D_3 、场效应管 Q_2 构成极性反转升降压型直流变换主电路结构(DC/DC转换主电路), 输入端为 V_{DD} , 输出端正极连接于 V_{CC} 上, 输出负极连接于接地端。控制 Q_2 开关之占空比, 即可控制输入端电流的大小, 也就是说可控制 V_{DD} 中能量之回馈量, 从而达到稳定 V_{DD} 电压之目的。

② 运放 U_{5B} 、电阻 R_{17} 、 R_{18} 、 R_{19} 、电容器 C_9 构成比例—积分电压调节器, 稳压管 D_4 作为电压调节器之输出限幅, 电压调节的电压给定为 $-V_{CC}$, 电压反馈为 V_{DD} , 其输出作为电流调节器的电流给定信号。

③ 由运放 U_{5A} 、电阻 R_{20} 、 R_{21} 、电容器 C_{10} 构成积分电流调节器, 其给定信号为电压调节器之输出信号, 电流反馈信号来自电阻 R_{18} 、 R_{14} 、电容器 C_9 构成的电流取样电路。

④ 由集成开关控制器SG3525 (U_6)、电阻 R_{22} 、 R_{12} 、 R_{23} 、电容器 C_{11} 、 C_{12} 构成脉宽控制电路,其输入信号为电流调节器之输出,输出脉冲占空比受电流调节器输出信号控制,输出脉冲去控制场效应管 Q_2 ,实现DC/DC转换。

⑤ 由电流调节器、脉宽控制电路、直流变换主电路和电流取样电路构成电流控制环路,由于其位于电压控制环内,故称为电流内环。另外,电压调节器、电流调节器、脉宽控制电路、直流变换主电路和电压反馈电路构成电压控制环路,称为电压外环。其控制的最佳实施方案为电阻 R_{17} 的阻值等于电阻 R_{18} 的阻值,这时 $V_{DD}=2V_{CC}$ 。

本发明的优点是:

① 细分精度高。由于采用它激型的电流控制电路及DC/DC转换器构成驱动电路主体,其斩波频率可高达100KHZ以上,步进电机绕组中电流纹波很小,故可以对绕组电流进行精确控制,达到较高的细分精度,同时在低频时消除了振荡现象。

② 适当提高 V_{CC} 之电压值,可以提高步进电机的工作频率。

③ 通用性强。不同相数的步进电机只要配以与相数相同数量的存贮器ROM(6)、D/A转换器(7)和电流控制电路(2),并在各存贮器ROM中固化相应的驱动电流数据,即可对不同相数、不同细分要求的步进电机实施控制。同时对具有公共节点的星形接法或独立相绕组引线的步进电机均适用。

4. 效率高。由于采用了PWM型电流控制电路,并由DC/DC转换器将步进电机绕组电感贮能回馈至电源输入端,固效率较高。

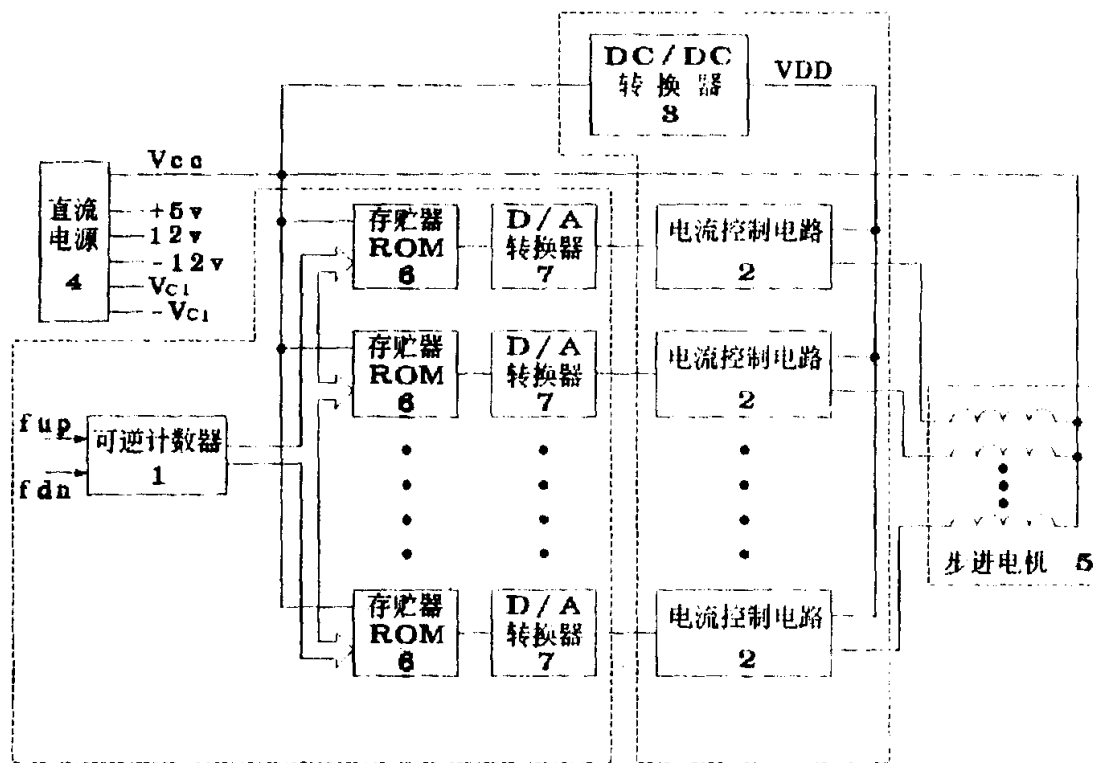


图 1

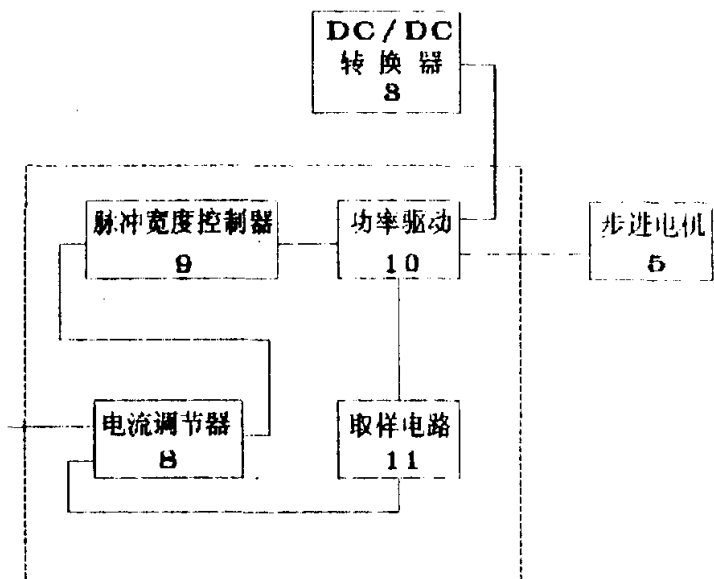


图 2

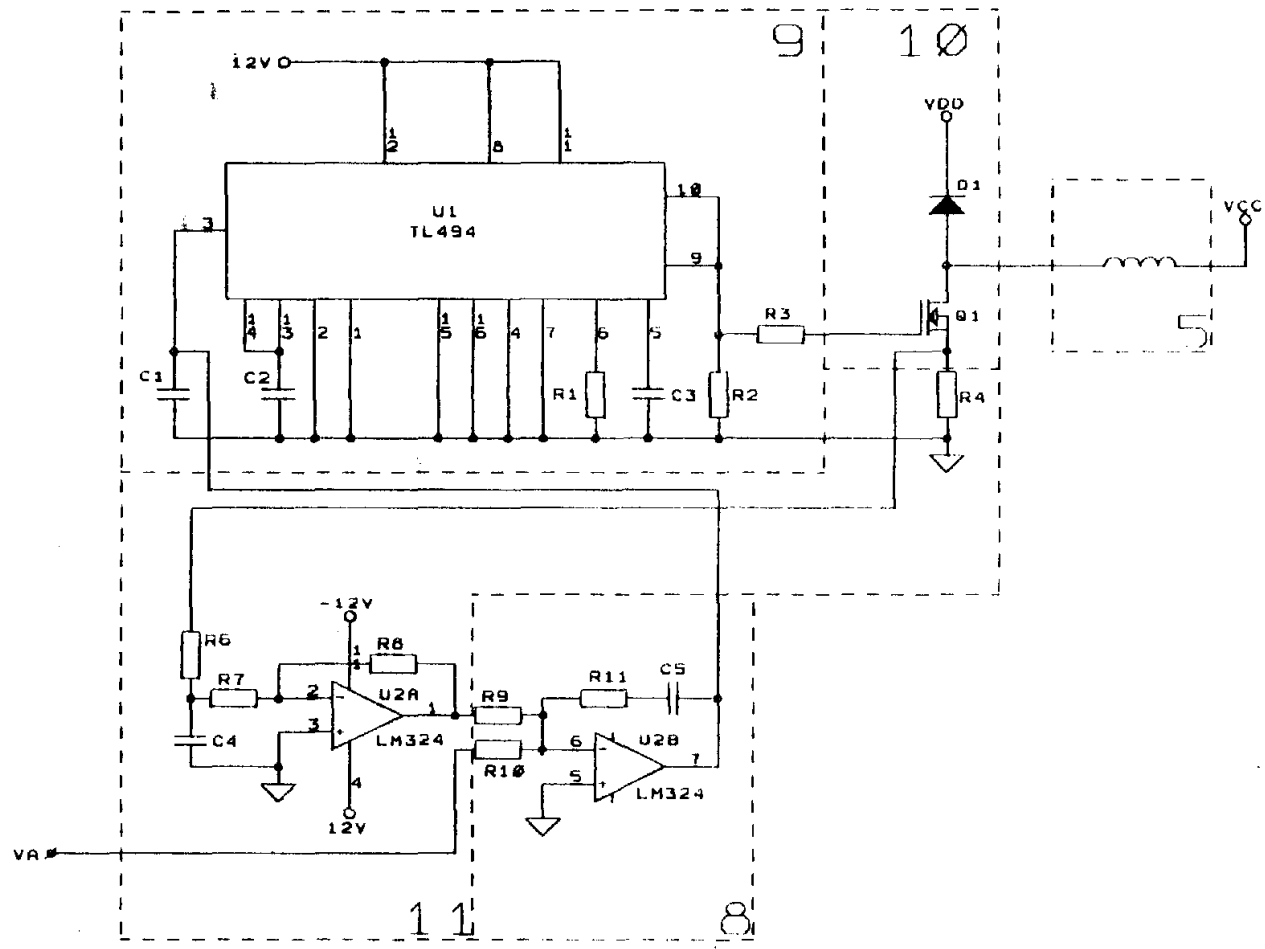


图3

STEP MOTOR DRIVER		
Size	Document Number	REV
A	Figure J	
Date: September 19, 1993 Sheet		1 of 1

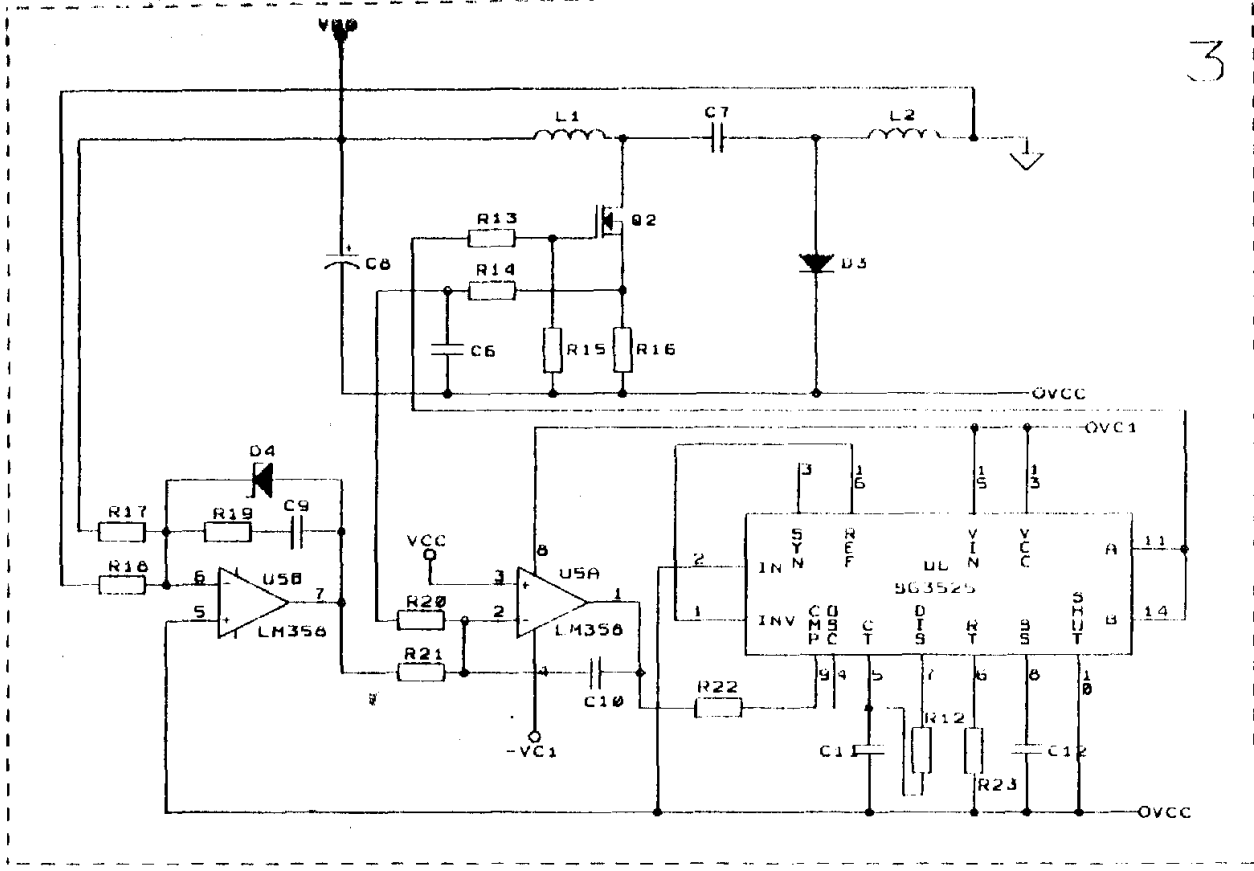


图 4

STEP MOTOR DRIVER DC/DC		
Size	Document Number	REV
A	Figure 4	
Date: September 15, 1993	Sheet	1 of 1

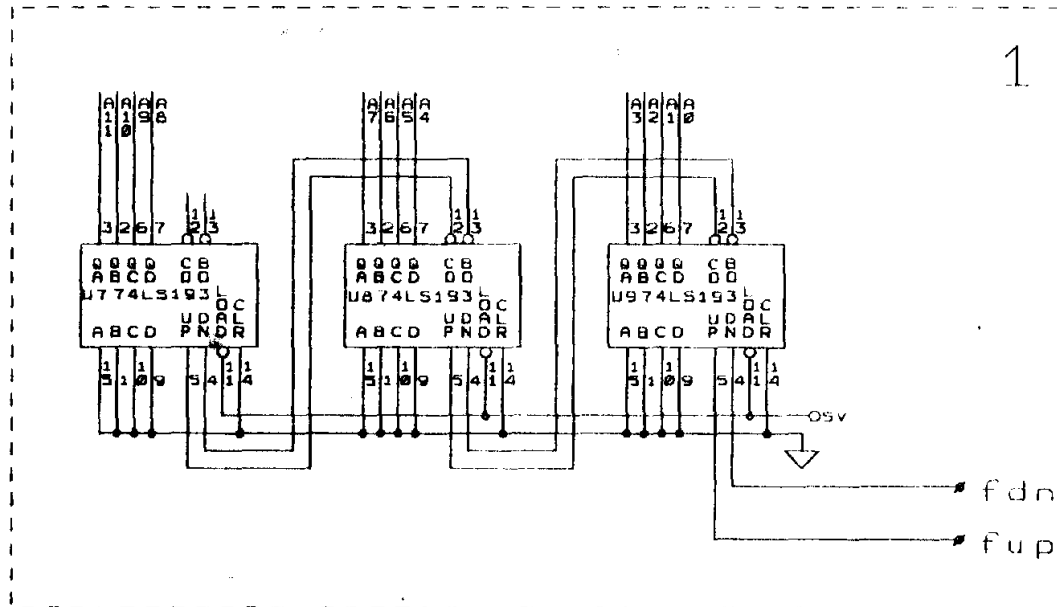


图5

STEP MOTOR DRIVER COUNTER		
Size	Document Number	REV
A	Figure 5	
Date: September 15, 1993		Sheet 1 of 1

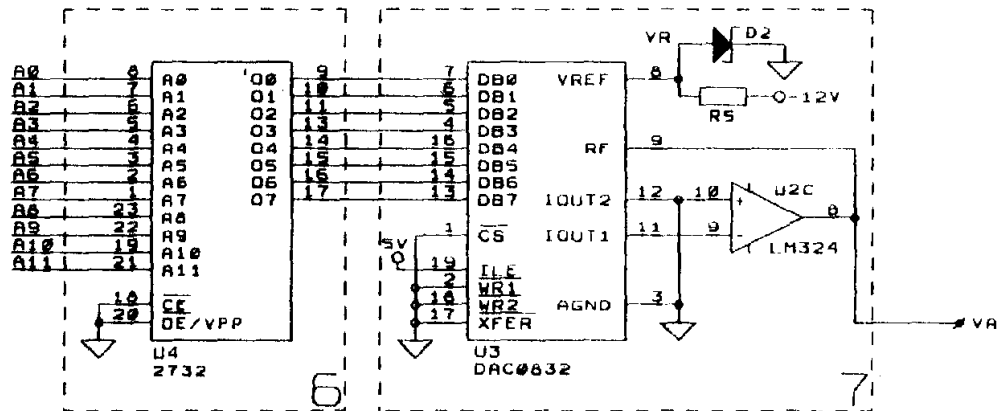


图 6

STEP MOTOR DRIVER ROM & D/A CONVERTER		
Size	Document Number	REV
A	figure 6	
Date:	September 19, 1991	Sheet 1 of 1