

电子线路设计手册
(续编)

电子线路设计手册

(续 编)



国防工业出版社

76
209

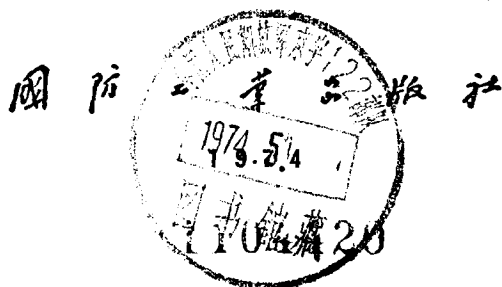
73.76
709

电子线路设计手册

(续 编)

[美] 《E E E 杂志》编辑出版

《电子线路设计手册》翻译组译



内 容 简 介

本书是我社1972年8月出版的《电子线路设计手册》的续编。它是根据美国《EEE杂志》编辑出版的《Electronic Circuit Design Handbook》1970年第三版译出的。第三版比第二版（1968年版）增加了九十九个电路，本书仅将所增加的部分译出，以满足读者的要求。这些电路仍可粗略分为无线电基本电路，脉冲与数字电路和自动控制电路等三部份内容。

本书可供从事无线电遥控遥测，雷达，导航，通信，自动控制及电子计算机等方面的无线电，电子工程的工人，技术人员，大专院校师生参考。

DS84/05

电子线路设计手册

(续 编)

《电子线路设计手册》翻译组译

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

沈阳市人民印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 7 3/8 173 千字

1974年4月第一版 1974年4月第一次印刷 印数：00,001—54,000册

统一书号：15034·1326 定价：0.65 元

目 录

1. 可控制交流负载的由信号供电的直流电压敏感元件	7
2. 为防止用可控硅电动机驱动时产生单周期工作状态而进行的简单改进方法	8
3. 可使电容式电动机换向的高压三端双向可控硅开关元件	9
4. 对汽车挡风玻璃板雨刷的可变控制	11
5. 利用集成电路 LM300 的高效率的聚焦电流稳定器	12
6. 稳流二极管简化了稳压器的设计	13
7. 场效应管改进了稳压特性和进行电流限制	15
8. 温度稳定的恒流源	16
9. 用金属氧化物场效应晶体管 (MOS-FET) 可提供60分贝动态范围的低频自动增益控制电路	17
10. 廉价的双向限流器	18
11. 用场效应晶体管对仪表进行自动保护	18
12. 固态继电器/电路断开器	19
13. 用于集成电路电源的过载保护电路	19
14. 具有可调中心频率和恒定带宽的有源带通滤波器	20
15. 最佳齐纳去耦	21
16. 作为音频滤波器用的数字集成电路	22
17. 工业逻辑系统用的简单固态静噪滤波器	23
18. 能在宽范围控制脉宽的改进单稳态多谐振荡器	24
19. 热敏电阻稳定单稳多谐振荡器的脉冲宽度	25
20. 隧道二极管加快字线驱动器的速度	26
21. 用电流源改善单稳态的抗干扰性	27
22. 简化的施密特触发器得到快速上升时间	28
23. 用于金属氧化物 (MOS) 集成电路的谐振时钟脉冲线驱动器	30
24. 高速饱和型单稳态电路	31
25. 双脉冲单稳态电路	32
26. 外加晶体管可使单稳态多谐振荡器具有抗干扰性	33
27. 零 (静态) 功率单稳态电路	34
28. 不需外加电阻或电容器的单稳态集成电路	35
29. 可调节门限和滞后的集成电路电压比较器	37
30. 具有可见读出的电压比较器	38
31. 具有自锁作用的运算放大器比较器	38
32. 用场效应晶体管做低噪声前置放大器	39
33. 产生线性频率扫描的级联双基极二极管振荡器	40

34. 产生锯齿波和方波的线性压控振荡器	41
35. 利用集成电路的宽范围压控振荡器	42
36. 场效应晶体管控制晶体振荡器	43
37. 可用场效应晶体管和集成电路制成同步振荡器	46
38. 无扼流圈的高效率垂直扫描器	48
39. 利用晶体管晶体管逻辑集成电路改进的压控振荡器	49
40. 可消除测距误差的选通延时线振荡器	50
41. 全部用集成电路的改进的单稳态多谐振荡器	51
42. 具有稳定幅度的低造价音频振荡器	52
43. 双基极二极管振荡器重现钟脉冲信号	53
44. 组合式指示灯驱动器和故障指示器	54
45. 故障报警电路	55
46. 低压晶体管驱动氖灯指示器	55
47. 自动后备指示灯电路	56
48. 与二极管晶体管逻辑/晶体管晶体管逻辑相适应的稳定的钟脉冲发生器	56
49. 可驱动步进继电器的低功率定时器	57
50. 万用定时器	58
51. 用于低压逻辑电路的宽范围程序钟脉冲电路	59
52. 用一个电容器使晶体管晶体管逻辑门转换为单稳态电路	60
53. 简单的模拟延时电路	61
54. 用电压或电位器来调变 400 赫的延时电路	62
55. 脉冲捕捉探头	63
56. 用晶体来控制简单的集成电路脉冲发生器的重复频率	64
57. 双基极二极管简化了触发扫描振荡器	66
58. 可产生窄宽度脉冲和消除开关干扰的单稳态集成电路	67
59. 触发二极管简化了高效率的锯齿波和脉冲发生器	68
60. 一定时序的双极多谐振荡器	70
61. 可用单个集成电路组成宽范围三角形/方波发生器	73
62. 可产生对称交流输出信号的键控多谐振荡器	74
63. 可用场效应晶体管将三角形波发生器变为锯齿波发生器	74
64. 具有低脉动线性周期——电压变换器	75
65. 用于晶体管换流器的起动机网络	76
66. 用于电网的快速高效率的新型变换器	77
67. 可将脉冲占空比变为模拟信号的简单电路	79
68. 盖革计数器上用的无源直流变换器	79
69. 用信号本身供电的正弦波——方波变换器	81
70. 只用一个运算放大器的精确的全波整流器	82
71. 改进后的场效应晶体管取样和保持电路	83

72. 感受空气温度和速度的热敏电阻电路	84
73. 安全可靠的温度感受器	86
74. 脉宽鉴别器	87
75. 能减少远距离显示单元连线数目的灯驱动器	88
76. 晶体管晶体管逻辑/二极管晶体管逻辑至场效应管模拟开关之间的中间电路	89
77. 能检出与零轴交叉点的集成电路或非门	90
78. 用作取样放大器或单音频脉冲选通电路的集成电路	91
79. 具有高抗扰性的高速逻辑电路	92
80. 快速而又简单的分离串行加法器	94
81. 使用热载流子二极管的宽带低噪声门电路	96
82. 二进制变成二一十进制的快速转换电路	97
83. 给电视显象进行逻辑信号转换的廉价视频信号分配放大器	99
84. 被8、9、10除的简单电路	99
85. 三状态逻辑电路	100
86. 通用数字配合电路	102
87. 二一十进制变成二进制的快速转换器	103
88. 用增加几个晶体管来减小继电器吸动延时电路中的电容器的尺寸	104
89. 可调节滞后的改型隧道二极管门限电路	105
90. 改型旋转开关联锁电路	106
91. 远距离控制的固体开关	108
92. 改型绝对值电路	109
93. 用于交流转速计的相位指示器	110
94. 温度稳定性极好的线性调制器	111
95. 脉冲幅度调制器将频率乘上电压	111
96. 具有延时作用的数据受话器	113
97. 可控制运算放大器增益的场效应晶体管	114
98. 低直流漂移的触发扫描电路	115
99. 脉冲发生器与相应电流转换逻辑 (CCSL) 的连接电路	116

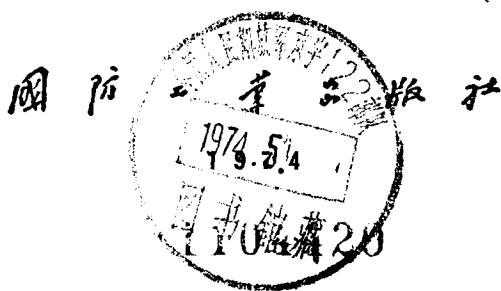
73.76
709

电子线路设计手册

(续 编)

[美] 《E E E 杂志》编辑出版

《电子线路设计手册》翻译组译



国防工业出版社

内 容 简 介

本书是我社1972年8月出版的《电子线路设计手册》的续编。它是根据美国《EEE杂志》编辑出版的《Electronic Circuit Design Handbook》1970年第三版译出的。第三版比第二版（1968年版）增加了九十九个电路，本书仅将所增加的部分译出，以满足读者的要求。这些电路仍可粗略分为无线电基本电路，脉冲与数字电路和自动控制电路等三部份内容。

本书可供从事无线电遥控遥测，雷达，导航，通信，自动控制及电子计算机等方面的无线电，电子工程的工人，技术人员，大专院校师生参考。

DS84/05

电子线路设计手册

(续 编)

《电子线路设计手册》翻译组译

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

沈阳市人民印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 7 3/8 173 千字

1974年4月第一版 1974年4月第一次印刷 印数：00,001—54,000册

统一书号：15034·1326 定价：0.65 元

目 录

1. 可控制交流负载的由信号供电的直流电压敏感元件	7
2. 为防止用可控硅电动机驱动时产生单周期工作状态而进行的简单改进方法	8
3. 可使电容式电动机换向的高压三端双向可控硅开关元件	9
4. 对汽车挡风玻璃板雨刷的可变控制	11
5. 利用集成电路 LM300 的高效率的聚焦电流稳定器	12
6. 稳流二极管简化了稳压器的设计	13
7. 场效应管改进了稳压特性和进行电流限制	15
8. 温度稳定的恒流源	16
9. 用金属氧化物场效应晶体管 (MOS-FET) 可提供60分贝动态范围的低频自动增益控制电路	17
10. 廉价的双向限流器	18
11. 用场效应晶体管对仪表进行自动保护	18
12. 固态继电器/电路断开器	19
13. 用于集成电路电源的过载保护电路	19
14. 具有可调中心频率和恒定带宽的有源带通滤波器	20
15. 最佳齐纳去耦	21
16. 作为音频滤波器用的数字集成电路	22
17. 工业逻辑系统用的简单固态静噪滤波器	23
18. 能在宽范围控制脉宽的改进单稳态多谐振荡器	24
19. 热敏电阻稳定单稳多谐振荡器的脉冲宽度	25
20. 隧道二极管加快字线驱动器的速度	26
21. 用电流源改善单稳态的抗干扰性	27
22. 简化的施密特触发器得到快速上升时间	28
23. 用于金属氧化物 (MOS) 集成电路的谐振时钟脉冲线驱动器	30
24. 高速饱和型单稳态电路	31
25. 双脉冲单稳态电路	32
26. 外加晶体管可使单稳态多谐振荡器具有抗干扰性	33
27. 零 (静态) 功率单稳态电路	34
28. 不需外加电阻或电容器的单稳态集成电路	35
29. 可调节门限和滞后的集成电路电压比较器	37
30. 具有可见读出的电压比较器	38
31. 具有自锁作用的运算放大器比较器	38
32. 用场效应晶体管做低噪声前置放大器	39
33. 产生线性频率扫描的级联双基极二极管振荡器	40

34. 产生锯齿波和方波的线性压控振荡器	41
35. 利用集成电路的宽范围压控振荡器	42
36. 场效应晶体管控制晶体振荡器	43
37. 可用场效应晶体管和集成电路制成同步振荡器	46
38. 无扼流圈的高效率垂直扫描器	48
39. 利用晶体管晶体管逻辑集成电路改进的压控振荡器	49
40. 可消除测距误差的选通延时线振荡器	50
41. 全部用集成电路的改进的单稳态多谐振荡器	51
42. 具有稳定幅度的低造价音频振荡器	52
43. 双基极二极管振荡器重现钟脉冲信号	53
44. 组合式指示灯驱动器和故障指示器	54
45. 故障报警电路	55
46. 低压晶体管驱动氖灯指示器	55
47. 自动后备指示灯电路	56
48. 与二极管晶体管逻辑/晶体管晶体管逻辑相适应的稳定的钟脉冲发生器	56
49. 可驱动步进继电器的低功率定时器	57
50. 万用定时器	58
51. 用于低压逻辑电路的宽范围程序钟脉冲电路	59
52. 用一个电容器使晶体管晶体管逻辑门转换为单稳态电路	60
53. 简单的模拟延时电路	61
54. 用电压或电位器来调变 400 赫的延时电路	62
55. 脉冲捕捉探头	63
56. 用晶体来控制简单的集成电路脉冲发生器的重复频率	64
57. 双基极二极管简化了触发扫描振荡器	66
58. 可产生窄宽度脉冲和消除开关干扰的单稳态集成电路	67
59. 触发二极管简化了高效率的锯齿波和脉冲发生器	68
60. 一定时序的双极多谐振荡器	70
61. 可用单个集成电路组成宽范围三角形/方波发生器	73
62. 可产生对称交流输出信号的键控多谐振荡器	74
63. 可用场效应晶体管将三角形波发生器变为锯齿波发生器	74
64. 具有低脉动线性周期——电压变换器	75
65. 用于晶体管换流器的起动机网络	76
66. 用于电网的快速高效率的新型变换器	77
67. 可将脉冲占空比变为模拟信号的简单电路	79
68. 盖革计数器上用的无源直流变换器	79
69. 用信号本身供电的正弦波——方波变换器	81
70. 只用一个运算放大器的精确的全波整流器	82
71. 改进后的场效应晶体管取样和保持电路	83

72. 感受空气温度和速度的热敏电阻电路	84
73. 安全可靠的温度感受器	86
74. 脉宽鉴别器	87
75. 能减少远距离显示单元连线数目的灯驱动器	88
76. 晶体管晶体管逻辑/二极管晶体管逻辑至场效应管模拟开关之间的中间电路	89
77. 能检出与零轴交叉点的集成电路或非门	90
78. 用作取样放大器或单音频脉冲选通电路的集成电路	91
79. 具有高抗扰性的高速逻辑电路	92
80. 快速而又简单的分离串行加法器	94
81. 使用热载流子二极管的宽带低噪声门电路	96
82. 二进制变成二一十进制的快速转换电路	97
83. 给电视显象进行逻辑信号转换的廉价视频信号分配放大器	99
84. 被8、9、10除的简单电路	99
85. 三状态逻辑电路	100
86. 通用数字配合电路	102
87. 二一十进制变成二进制的快速转换器	103
88. 用增加几个晶体管来减小继电器吸动延时电路中的电容器的尺寸	104
89. 可调节滞后的改型隧道二极管门限电路	105
90. 改型旋转开关联锁电路	106
91. 远距离控制的固体开关	108
92. 改型绝对值电路	109
93. 用于交流转速计的相位指示器	110
94. 温度稳定性极好的线性调制器	111
95. 脉冲幅度调制器将频率乘上电压	111
96. 具有延时作用的数据受话器	113
97. 可控制运算放大器增益的场效应晶体管	114
98. 低直流漂移的触发扫描电路	115
99. 脉冲发生器与相应电流转换逻辑 (CCSL) 的连接电路	116

电子线路设计手册 (续编)

1. 可控制交流负载的由信号供电的直流电压敏感元件

转折四层二极管^①简化了电压敏感元件的设计,使它只需要受感电压,而不需要外加功率。

图1所示的电路可用于控制各种类型的负载,如交流继电器,指示灯或报警指示器等。由图2可看出这种敏感元件电路的连接是非常简单的,就象一个跨接在115伏交流

电网上与负载相串联的开关一样。

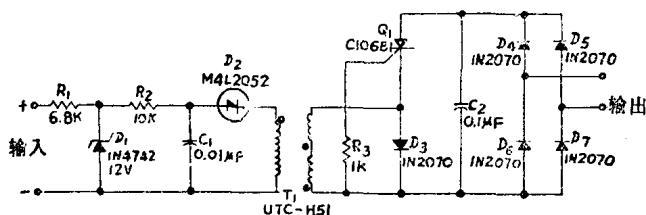


图1 门限电压由转折四层二极管 D_2 确定的简单电压敏感元件。脉冲变压器将敏感电路与负载电路分开。

负载电流应足以给可控硅提供维持电流(一般为4毫安)。最大电流是由可控硅的额定值限定的。在采用专门的元件和合适的可控硅散热片的情况下,容许负载电流约为1.5安。

采用图1所示各元件的数值时,输入触发电平约等于9.3伏。于是这个电路对超过10伏左右的电压都将产生响应。内部限制电路可防止由于输入过压而造成的损害。本电路的滞后约为100毫伏。

电路的工作原理如下:转折四层二极管 D_2 、电容器 C_1 、电阻 R_2 和脉冲变压器 T_1 一起组成了一个简单的间歇振荡器。只要输入电压一超过 D_2 的转折电压,则 T_1 的次级线圈里就产生脉冲序列。随后这些脉冲序列就激励可控硅输出开关。

脉冲序列的速度应足以保证在通过输出开关把60赫交流电加到负载的每个周期内,使可控硅几乎完全触发。可控硅配合桥式电路使用。元件 R_3 、 C_2 和 D_3 可抑制脉冲的瞬变和重复频率的影响(当接近一个周期的峰值处接通交流电源时,将产生误触发现象)。

由于输入电路功率来自受感电压,输入阻抗当然低些。但是,在大多数情况下,输入阻抗看来是足够的。

当输入电压低于 D_2 的转折电压时,输入阻抗基本上就是 C_1 、 D_1 和 D_2 的漏电阻并

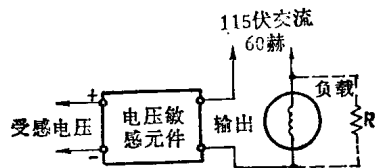


图2 电压敏感元件——象一个开关与负载串联在一起。如果负载电流不足以使可控硅保持导电,则负载必需并联一个电阻 R 。

^① 四层二极管即萧克莱二极管。它可作为触发或开关二极管。——译注

联。这个数值一般为几兆欧。

当输入电压超过 D_2 的转折电压时，由于 C_1 充电和放电的缘故，输入阻抗就会发生变化。这个敏感电路的最小输入阻抗为17千欧。

当输入电压超过触发电压时，齐纳二极管 D_1 就可防止转折四层二极管 D_2 达到维持电流状态。当输入电压超过进行触发所需要的电压时，脉冲重复频率就随之增加，直到齐纳二极管阻止它继续增加时的那点为止。对这一电平以上的输入电压来说，脉冲重复频率取决于 C_1 、 R_2 和齐纳电压。脉冲重复频率必须足够高，以保证可控硅有较大的导通角。如果脉冲重复频率太低，就会使继电器负载发生跳动现象。

莫托洛拉 (Motorola) 公司的M4L系列转折四层二极管的工作范围为 8 到12伏。其它工厂还出售适用于不同电压的二极管。

2. 为防止用可控硅电动机驱动时产生单周期工作状态而进行的简单改进方法

对交流电动机来说，可控硅相控电路的共同缺点是：当输入连续功率时，交流电动机就可能按单相电动机的方式工作。

这是因为电动机绕组的电感造成了电动机电流滞后于电动机电压的缘故。但是，只要在这个基本电路内另加上几个元件，就可以消除上述缺点。

首先让我们看一下普通的电路。

图 3 所示为用可控硅开关控制电动机速度的一种普通方法。在这个全波电路中，可控硅 SCR_1 在负半周内输入功率，而 SCR_2 则在正半周内输入功率。电动机的速度与导通角成正比，而导通角在每半个周期内是相同的。

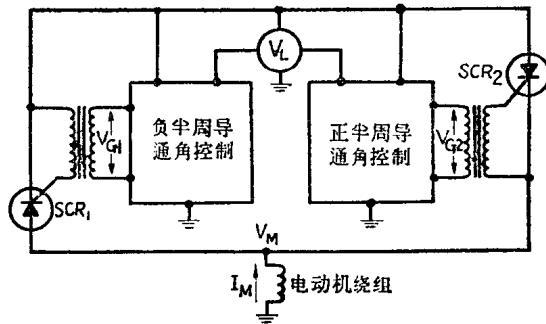


图 3 常规的全波相控电路，它的缺点是电动机可能以较小的起动脉进行“单周期”工作。

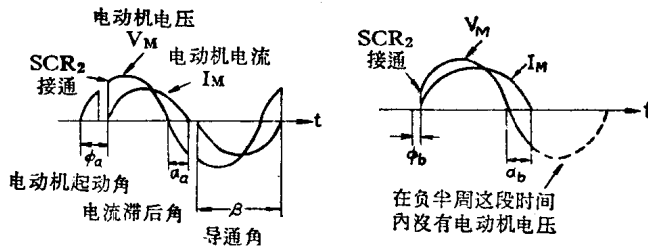


图4a 在本例中起动脉 ϕ 大于电流滞后角 α ，所以不存在单周期工作状态的问题。

图 4b 在本例中 ϕ_b 小于 α_b ，所以在负半周的后面部分没有电动机电压。

图 4 绘出了电动机电流 I_M 和电动机电压 V_M 的波形图。电动机电流 I_M 对 V_M 滞后一个 α 角，而 α 角是输入功率和全部负载电路的 Q 的函数。

图4a上, 电动机的起动角 ϕ_a (它确定导通角 β) 大于 α_a 。因此这个起动角就控制了每半个周期内的输入电压, 结果就对电机的速度进行均匀地控制。

但是在图4b上, 电动机起动角已减小到 ϕ_b , 以试图增加电动机的速度。这样就使 α 增加到 α_b , 后者大于 ϕ_b 。根据这些条件, 在可控硅 SCR_1 (它控制导电的负半周) 收到接通脉冲 V_{G1} 之前, 电动机电流是不会恢复到零的。因此, V_{G1} 出现在 SCR_2 断开之前。这样, 当 SCR_1 出现接通脉冲时, 就使 SCR_1 处于反向偏置状态。所以在负半周内, 可控硅 SCR_1 不接通, 电动机电压也不再输入, 这种情况就称之为单周期工作状态。

大家只熟悉一个防止单周期工作状态的方法, 即把可控硅触发电路由瞬变状态变为稳态。在使用中, 这一点是不大可能做到或者是不经济的, 因此必须用某种限制电路使起动角 ϕ 大于 α 。

图5上所示为一个可防止单周期工作状态的简单改型电路。假定 SCR_1 和 CR_1 是导通的, 则 CR_2 和 R_2 就使 C_2 充电到 V_M 负的峰值处。当 V_M 开始斜向上升时, CR_2 就变为反向偏置, 而 C_2 就保持负的峰值。这样, 由于 SCR_2 的阴极处于低的负电位, 所以当它收到触发脉冲 V_{G2} 时, 就能导通。

当 I_M 最后趋于零时, 在进入正的半周期的某点上, SCR_1 将断开, CR_2 就变为正向偏置, SCR_2 就把 V_L 加到 V_M 上, 而这种过程就可以连续的进行。

电阻 R_2 应小得足以给 SCR_2 提供必要的最小接通维持电流。 R_1 , C_1 和 CR_1 网络与其对应部分所起的作用相同, 只不过是正半周的末尾。

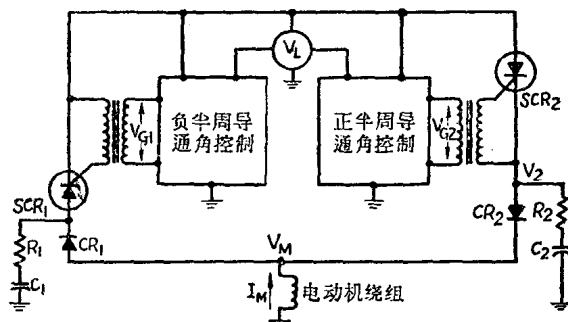


图5 经过改进的全波相控电路, 在此电路中加入了几个二极管和 RC 网络来解决单周期工作状态的问题。

参 考 文 献

F. W. Gutzwiller, "G. E. SCR Manual, 4th Edition", General Electric Company, 1967, p. 173.

3. 可使电容式电动机换向的高压三端双向可控硅开关元件^①

两个双向可控硅和两个电容器是简单桥式电路的主要元件, 它能控制分数马力电容起动电动机的旋转方向。采用一个合适的触发电路 (本文将介绍), 就可通过集成电路的逻辑电压来控制电动机的换向。

① 原文误为固定角 (fixing angle)。——译注

② 三端双向可控硅开关元件原文为 triac。——译注

图 6 绘出了一个桥式电路，图 7 绘出了一个合适的触发电路与其电源。桥式电路与触发电路通过变压器 T_1 和 T_2 耦合在一起。除了供给电动机的 115 伏交流电源以外，无需其它外加电源。

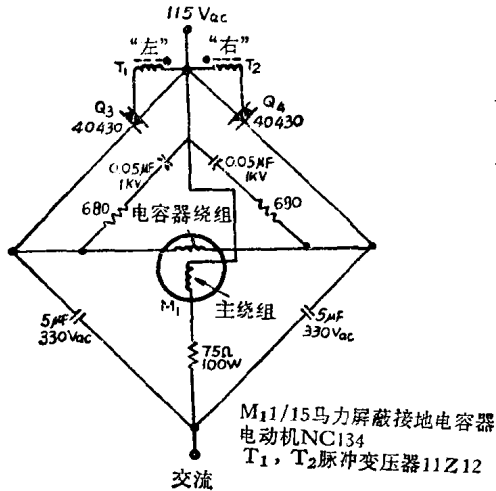


图 6 控制电容式电动机换向的简单三端双向可控硅开关电桥。

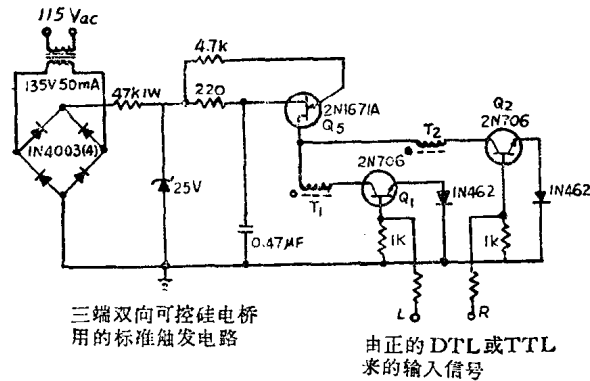


图 7 电动机控制器的控制电路。根据输入逻辑，双基极二极管振荡器产生的脉冲通过变压器耦合到图 6 中的两个三端双向可控硅开关元件之一上。

来自集成电路双稳态触发器的低电平逻辑，分别在 L 点或 R 点上使 Q_1 或 Q_2 处于正向偏置状态，结果使电动机向“左”或“右”转动。

由输入逻辑确定了 Q_1 或 Q_2 的导通，使得双基极二极管振荡器 Q_5 输出发射极电流脉冲。随后两个脉冲变压器中的一个使脉冲信号与对应的三端双向可控硅开关元件 Q_3 或 Q_4 耦合。三端双向可控硅开关元件的导通确定电容器绕组对主绕组的相位，因此，也就决定了转动的方向。

因为由变压器、整流器和齐纳二极管组成对交流的全波削波供给双基极二极管电源，所以由 Q_5 输出的脉冲与交流电网同步。当然，每当电网电压通过零轴时，脉冲序列中断。在双基极二极管振荡器以新的电源电压周期重新起动前，将出现一个暂短的延时。这是因为定时电容器必须重新充电到 Q_5 的起动电压。延时足以使三端双向可控硅开关元件两端建立电压，从而保证可靠地触发。

图上所示与主绕组串联的 75 欧电阻在电动机运转时可使电动机换向。如果电动机的换向只是从电动机停转开始，而不是从它在运转时换向，那么上述电阻可以不要。同样地，如果电动机常处于重负载状态，那么也可以不要这个电阻。使用一个串联电阻，明显地会减小起动力矩。

由两个三端双向可控硅开关元件组成的简单控制器的缺点是：它不能对电动机相位控制——即不能改变它的起动力矩。这是因为非电导三端双向可控硅开关元件可以反应出电动机和电容器电路接近谐振的非常高的电压。虽然这里所用的 400 伏三端双向可控硅开关元件的额定值是能承受整个相位范围的工作，但是它们不能承受延时触发状态时遇到的 dV/dt 条件。如果需要相位控制，那么主绕组内的第三个三端双向可控硅开关元件可以被一个单独的触发源进行相位控制。

① 原文误为 Q_6 。——译注

由两个三端双向可控硅开关元件组成的控制器非常简单。使三端双向可控硅开关元件同时触发，或同时短路三端双向可控硅开关元件，可使电动机失速，因为电动机只通过了其额定工作电流的 $2/3$ 。用此电动机在空转速度时，电容器绕组中的工作电流为500毫安（有效值），而在两个三端双向可控硅开关元件短路时，降至300毫安。主绕组内的电流，在空载时为1.6安，在失速时为500毫安。

跨接在每个三端双向可控硅开关元件上的RC网络，大大地减小了不希望出现的 dV/dt 触发状态的可能性。这些数值取决于所用电动机的电感和反向电动势。用本文中的电动机时，空载反向电动势约为800伏，结果 dV/dt 为2伏/微秒。

同样的基本电路可用来控制除此以外的一些电动机。较大的电动机大概会增加导电三端双向可控硅开关元件的功耗，因此必须装散热片。非常小的电动机可用一个简单的，装有一个三端双向可控硅开关元件电路来控制，而这个三端双向可控硅开关元件是通过任一绕组直接接在电源上。

参 考 文 献

“G.E. SCR Manual, 4th Edition” General Electric Co., 1967, p.136.

4. 对汽车挡风玻璃板雨刷的可变控制

当一辆汽车在毛毛细雨中行驶时，驾驶员常希望在很短的时间间隔内，譬如说每30秒钟让挡风玻璃板雨刷动一次。根据雨刷的表面情况，让雨刷动作一次或几次，使挡风玻璃有适度的清洁。本文中所给出的电路图可对雨刷的刷动频率和时间间隔两者进行单独的控制，同时保证雨刷以正常的速度刷动。

图8所示电路由一个双稳态触发器，一个由双稳态触发器驱动的双基极二极管定时器和一个驱动雨刷电动机的继电器组成。当挡风玻璃板雨刷控制开关S接通时，+12VDC就加至双稳态触发器， Q_1 或 Q_2 就导通。假定 Q_2 是导通，则电容器C随后就通过线

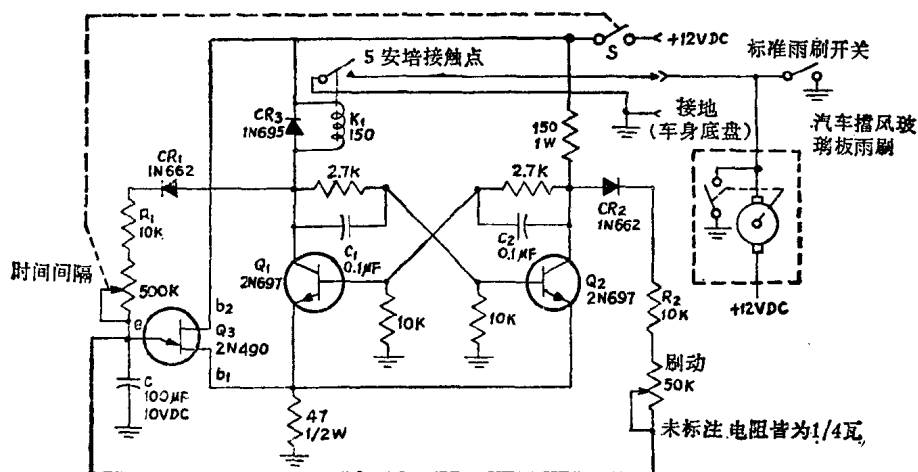


图8 用作汽车挡风玻璃板雨刷驱动器并能进行可变控制的双稳态触发电路