**1.相控整流电路中，三相半波可控整流电路是大功率整流电路的基础，三相桥式整流电路可以看成是两个三相半波整流电路的串联，双反星+平衡电抗器的整流电路可以看成是两个三相半波整流电路的并联，从基本元件的特性看（例电阻），如何理解整流电路的串联与并联？**

答:（1）三相半波整流在输出电压连续时Ud=1.17Uin，三相桥式电路在输出电压连续时，有Ud=2.34Uin，可以看成是两个三相半波整流电路的电压和，这和两个电阻串联是一样的，在端电流不变的基础上，线路上串联的电阻阻值之和越大，端电压也就越大。双反星+平衡电抗器的Ud=1.17Uin，电流平均值是三相桥式的两倍，就像两个电阻并联一样，相同的端电压下，最后两端流过的电流是单个电阻时的两倍（2）由于器件的伏安特性、开通时间、恢复电荷等方面的分散性，影响它们直接串并联时的电压和电流的均衡。由于装置存在输出特性的不一致，其直接串并联时如不采取措施就会产生严重的不均流，甚至产生环流。器件的串联或并联要成功，首先尽量使：选用参数和特性尽量一致的器件；尽量减少各器件开通关断时间上的差异；当需要同时串联和并联时通常采用先串后并的方法联结；此外通过添加电感/电阻和电容等改善串并联。(3)在两种电路中，晶闸管的导通及触发脉冲的分配关系是一样的，整流电压Ud和整流电流Id的波形形状一样。

**2.请列举电力电子开关器件和理想开关的主要区别,及正常工作应对措施。造成电力电子开关器件发热的主要来源有哪些？列出几种电力电子开关器件散热的措施。**

(1)区别：1.理想开关导通零电阻，而电力电子器件存在导通压降和通态损耗；关断后存在反向漏电流和断态损耗。2.理想开关可瞬时开通和关断，而器件需要一定的开通、关断时间，存在开通和关断损耗。3.理想开关耐压、耐流能力无限，而器件只能承受一定的额定电压和额定电流，并且只能承受一定的du/dt和di/dt。(2)以晶闸管为例进行说明：1.选用晶闸管时注意额定电压和电流应留有一定裕量，额定电压取正常工作时承受的峰值电压的2~3倍，额定电流取1.5~2倍通态平均电流有效值，并工作在安全工作区内。2.晶闸管需要在门级上加一定宽度和强度的触发脉冲才能正常工作。3.当晶闸管承受反压或其中流过的电流下降至维持电流以下时，晶闸管才能关断。4.晶闸管具有一定的开通和关断时间，实际应用中应注意使用频率的限制。5.避免过大的du/dt和di/dt，使用中应该加缓冲电路6为了防止器件过热导致器件损坏，实际应用时还应该注意散热。(2)造成电力电子器件发热的原因是功耗。电力电子器件的功耗主要有开通损耗、关断损耗和导通期间的损耗三种。高频环境中前两种损耗占主要比例，低频环境中第三种损耗占主要比例。(3)在计算等效热阻的基础上，可以对电力电子器件采取散热措施。按散热方式可以分为传导型、对流型和辐射型，按具体操作可以分为风冷、水冷和油冷等。

**3.大功率开关器件（GTR、IGBT 等）在开关电路中为何需要加入缓冲电路？缓冲电路根据其在器件工作中的作用可分为哪两大类？简述缓冲电路的基本工作原理。简述RCD缓冲电路的工作基本原理。**

大功率开关器件在开关过程中，可能会出现过电压、过电流、过大的di/dt、du/dt及过大瞬时功率，从而损坏器件，因此需要缓冲电路进行保护。改善开关工作条件，抑制开关器件的过电压du/dt，过电流di/dt，减少器件的开关损耗。//如无极性的R-C缓冲电路可以保护器件；极性化R-C缓冲电路可以吸收器件的关断、换向过电压和du/dt，进行关断保护；极性化L-R缓冲电路可以抑制开通电流过冲和di/dt，进行开通保护；关断和开通缓冲电路结合可以构成复合缓冲电路。**按能量去向分配**可分为耗能式和馈能式缓冲电路。工作基本原理如图所示的缓冲电路在V开通时，Cs通过Rs向V放电，使iC先上一个台阶，以后因有Li，iC上升速度减慢；在V关断时，负载电流通过VDs向Cs分流，减轻了V的负担，抑制了du/dt和过电压.**分为**关断缓冲电路和开通缓冲电路：关断缓冲电路吸收器件的关断过电压和换相过电压，抑制du/dt，开通缓冲电路抑制器件开通时的电流过冲和di/dt，减小器件的开通损耗。**工作原理**：利用电感电流不能突变的特性抑制器件的电流上升率，利用电容电压不能突变的特性抑制器件的电压上升率。（2）RCD缓冲电路(见图)的主要作用是抑制器件关断时产生的过电压，并限制du/dt从而减小器件的关断损耗。在开关管导通期间，CS经RS、开关管放电，RS起到限制放电电流的作用，经过一段时间电容电压近似为零，为开关管关断做好准备。在开关管关断时，负载电流经CS分流，减轻了开关管的负担，开关管电流迅速降为零。由于电容初始电压为零，因此开关管电压由零开始逐渐上升，抑制了du/dt和过电压，同时因电压上升较缓慢，开关管电压与电流交叠的面积小，因此减小了器件的关断损耗。

**4.相控大功率整流电路中，负载为大电感性质，开关器件为晶闸管，不考虑换相重叠角造成的影响，请问晶闸管两端是否要加缓冲电路？为什么？**

不需要加缓冲电路，原因是缓冲电路作用是抑制过电压 du/dt，过电流 di/dt，减少器件的开关损耗；而对于相控整流电路，其负载端电感量足够大，可以抑制过电流 di/dt；另外不考虑换相重叠角造成的影响，就不会出现过电压 du/dt.

**5.整流方式有相控晶闸管整流与全控器件PWM整流，请简对比分析两种整流电路的特点。**

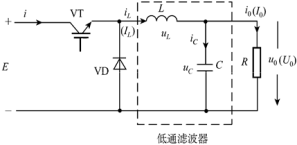
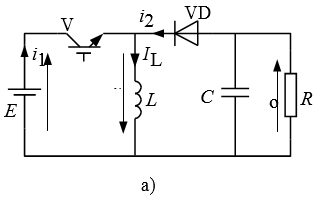
相控晶闸管整流电路：（1）控制的是半控型器件晶闸管的导通（2）通过控制晶闸管触发角α的大小，即控制触发脉冲起始相位来控制输出电压的大小。（3）输入电流滞后于电压，其滞后角随着触发延迟角α的增大而增大，位移因素也随之降低。（4）输入电流中谐波分量大，功率因素低。

全控器件PWM整流电路：(1)全控器件，自主换流。(2)采用SPWM控制方式，输入电流非常接近正弦波，且和输入电压同相位，功率因素近似为1.(3)PWM整流电路可以实现能量正反两个方向的流动，即既可以运行在整流状态，从交流侧向直流侧输送能量；也可以运行在逆变状态，从直流侧向交流侧输送能量。

**6.某电力电子变流装置中，开关管损耗P=400W,结壳【管芯PN节至封装外壳】间热阻=0.06K/W，壳-散热器间绝缘片热阻为=0.03K/W,散热器的热阻为=0.03K/W,环境温度为50，试求开关管的结温为多少？**

答：结-壳-散热器件间温差：；散热器之间的热阻之间的温差不大于器件的结温应为

**7.假设下图中开关器件VT和V的开关占空比为＝ton/T。请推导(1)如下图左所示的降压buck电路在稳态工作条件下的输出输入电压的关系表达式Uo/E=?;(2)如下图右所示的升降压 boost-buck电路在稳态工作条件下的输出输入电压的关系表达式 Uo/E=?**

****（1）降压buck电路：该电路在一个工作周期内，电感L中流过的电流积分为0（这样才能保证电感L电流在周期末和周期初时相等）。当VT导通时，有，即；当VT关断时，电感L通过VD续流，有。

因为，所以，即。

（2）升降压boost-buck电路：同样的，在一个工作周期内，电感L的电流保持不变。V导通时，电源为电感L充电，，；V关断时，电感L向负载放电，，。，所以，即。BUCK，电流连续：一个稳定运行周期中，电感电压的净变化量为0。根据这一点可找出任何开关变换器中的稳定条件——电感伏秒（磁链）平衡原理。因此，一个周期内电感电压uL积分为零，即，由此求得Buck变换器的输入、输出电压关系为Boost，电流连续：，故Boost-Buck，电流连续：考虑到导通期间电感电压uL=E，关断期间电感电压uL=-Uo，一周期内电感电压uL积分平均值为零，即，故

**8.某单相可控整流电路（晶闸管器件）给电阻性负载供电和给反电动势负载蓄电池充电，在流过负载电流平均值相同的条件下，哪一种负载的晶闸管额定电流应选大一点?为什么?**

在流过负载电流平均值相同的条件下，反电动势负载时晶闸管额定电流应选大一些。因为反电动势负载时，晶闸管导通的条件除了门极需要触发外，还必须瞬时阳极电压*Ua*大于发电动势E值，所以导通角θ比电阻负载小时。因此，在平均电流值相同时，反电动势负载的电流波形系数*kf*比电阻负载时大，所以晶闸管的额定电流应选大一些。

**10.试以晶闸管SCR 为例，简述电力电子器件串联工作时，应采取哪些措施来实现器件的均压？简述电力电子器件并联工作时，应采取哪些措施来实现器件的均流？并画出均压和均流线路原理图。**

（1）晶闸管SCR串联均压：由于器件特性的差异，不同晶闸管的正向阻断电阻和反向阻断电阻不尽相同，从而造成晶闸管串联后电压分配不均的问题。当晶闸管串联时，首先应选取参数和特性尽量一致的器件，其次要加均压电路。如右图所示，电阻Rp远小于晶闸管的正、反向阻断电阻，使晶闸管分得的电压取决于均压电阻Rp的分压；电容C用于平衡动态过程中晶闸管的反向恢复电荷，实现动态均压。R为防止电容在SCR导通时放电造成过大的di/dt

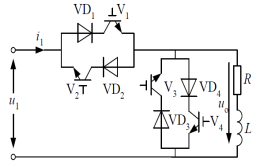
（2）晶闸管SCR并联均流：如图所示，耦合电感T1和T2可以提供动态均流。当VT1中电流I1上升时，由于电感T1会产生一个与I1相反的电动势从而产生反向电流ΔI抑制I1的增长；由于T1和T2异名端耦合，所以T2中产生与I2同向的增长电流ΔI使I2增长，从而达到平衡两支晶闸管中电流的作用。有时串联电阻有助使晶闸管为正温度系数，从而提升静态均流，但需视器件特性而定。如果需要同时串联和并联晶闸管，一般采用**先串后并**的方法联接。

**12.在功率因数校正电路中，多数是使用 Boost 电路，用 Buck 电路与 BuckBoost电路能否实现功率因数校正？为什么？这些电路各有什么特点。**

可以实现。Buck特点：开关管电压应力为输入电压最大值，相对较小，可利用开关管对后级进行短路保护。但是在每个正弦周期中，该电路有一段因输入电压低而不能正常工作，输出电压较低，在相同功率等级时，后级DCDC变换器电流应力较大；开关管门极驱动信号地与输出地不同，驱动较复杂，加之输入电流断续，功率因数不可能提高很多。Buck-Boost特点：在整个输入正弦周期都可以连续工作，该电路输出电压选择范围较大。但是开关管所受的电压为输入电压与输出电压之和，因此开关管的电压应力较大；由于在每个开关周期中，只有在开关管导通时才有输入电流，因此峰值电流较大；开关管门极驱动信号地与输出地不同，驱动比较复杂；输出电压极性与输入电压极性相反，后级逆变电路较难设计，因此也采用得较少。

**\*13. 三相PWM 逆变电路分别采用梯形调制波和注入三次谐波进行输出波形控制有何好处？请简单说明二者工作原理并就性能作简单比较。**

(1)采用梯形波调制和注入三次谐波都提升了调制波中基波的幅值，由于直流电压利用率=输出基波电压幅值/直流电压，所以它们提高了电压利用率，改善了逆变器的输出性能。(2)采用梯形波作为调制信号时，由于梯形波中含有低次谐波，故输出波形中含有5次、7次等低次谐波。采用在正弦波调制信号中加入三次谐波的“马鞍形”作为调制信号时，输出相电压中含有三次谐波；但合成线电压时，各相电压三次谐波互相抵消，故输出线电压为正弦波，不含低次谐波。其输出谐波小于梯形调制波，但电压利用率略低。

**14请分析如下图所示的斩控式单相交流调压电路的工作原理（过程），请画出交流输出电压Uo的波形示意图。该斩控式单相交流调压电路和相控式单相交流调压电路在功率因数、谐波含量方面相比较有何不同。**

如图所示为一个周期的波形，上半图为U1波形，下半图为Uo波形。当输入电压U1>0，即在正半周内，V4截止，V3持续导通，V1则以斩波频率导通和关断；在V1关断期间，V3和VD3为负载续流。当输入电压U1<0，即在负半周内，V3截止而V4导通，V2进行通断控制；同样的，在V2关断时，V4和VD4为负载续流。

**与相控式交流调压电路相比**，斩控式电路的输出电压仅含有高次谐波，谐波含量较低；输入电流与输入电压同相位，功率因数较高。

**15.有一单相异步电机（额定工作电压有效值为110V，60Hz）需要进行变频调速，调速装置的外部输入电压为单相工频交流电（有效值220V，50Hz）。试采用交直交电路拓扑结构设计出一种满足该电机调速用的变换器，画出其电路原理示意图并就工作原理作简单说明。**

答：由于220V工频交流经过整流和逆变后无法达到300V的有效值，所以变换器必须要有升压设备。我采取的思路是：220V，50Hz交流->加前端变压器升压->全波桥式整流->PWM逆变。电路原理图如下图所示。

新建 Microsoft Visio 绘图12

设变压器的变比为1:k，升压后交流电压有效值为U2，桥式整流电路带容性负载输出直流电压为UC，一般取UC=0.9U2；PWM逆变器直流电压利用率，即，这里取ma=0.8，要求Uo=300V，即：k=300/(0.7071×0.8×0.9×220)=2.68，所以变压器变比选为1:2.68。

要求110V,即=0.98，60HZ通过改变SPWM调制波的频率得。

**16. 某单位进口设备中有一台额定电压110V，功率10KW 的单相可控硅控制可调功率电阻炉，由于国内单相只有220V 的交流电源，为了使这台设备的功率不超标，想使用电力电子技术对其进行改造，假定电阻炉的电阻值不随温度变化，耐压强度足够，周期功率不得超标使用，试设计一种单相电路满足这一要求。**

解：①设电弧炉为纯阻性负载，，设在直流电源下使用时电阻值为，令，则在直流电源下使用时的额定电压为110V。设计三种电路达到目的：1、交流相控式调压电路；2、单相全波整流电路；3、斩控式交流调压电路。

1.交流相控式调压电路



设VT1和VT2的触发角为α，设，则电阻R两端电压为：



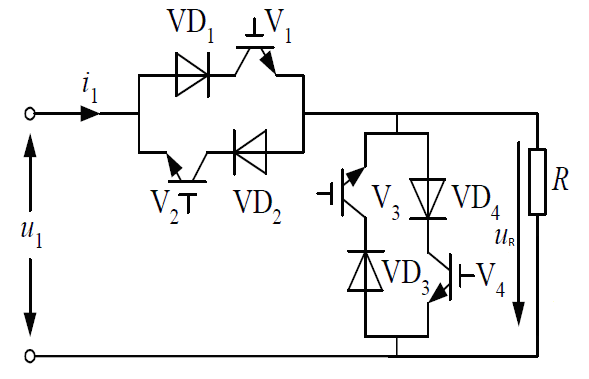
计算边界值，，计算得。所以要求电炉功率不超标，应该满足。

1. 单相全波整流电路



采用单相桥式整流电路与采用交流调压电路的触发角范围一致，也是应该满足。

1. 斩控式交流调压电路





在u1正半周，V1高频通断；在u1负半周，V2高频通断。

设通断周期为Ts，且Ts远小于工频周期，在某个通断周期内认为u1为恒定值UR。

上图中阴影部分对应的有效值为A1，整个矩形对应的有效值为A，，；，（注意此处为占空比而非触发角）应该满足。

②对于前两种设计的电路，电阻电流有效值为：，晶闸管电流有效值为：，晶闸管通态平均电流为：。

**17.某电力系统单位有一220V（直流）的蓄电池组，要进行60A恒流放电维护，放电终止电压为180V，为了有效利用能源，要求设计一有源逆变电路将能量回馈回电网，考虑到漏感的影响，最小逆变角βmin=15°,试设计一个单相桥式电路满足这一要求（电网电压220V，AC），计算出如下参数：****① 电路中电阻与电感值；② 安全裕量取为1，计算晶闸管电流定额；③ 电路中电阻值可取大小不同的数值，对电路有何影响？**

实现逆变需要两个条件：1、负载侧需要一个提供直流电能的直流电动势，电动势极性对晶闸管而言为正向电压，在整流回路交流电压为负值期间，提供使晶闸管维持到导通的条件；2、要求晶闸管控制角满足的条件，使变流器输出电压极性为负，即，且电流连续，提供改变能量流动方向的条件。

整流/逆变算法通用公式：

1、

2、

3、

4、



①，在单相桥式可逆电路中，，可得：，当时，最大，故，可得XB=0.088Ω。；所以。

1、放电初始，蓄电池组电压为220V，即E=220V。约束条件为：



此时，而；

2、放电终止，蓄电池组电压为180V，即E=180V。约束条件为：



此时，而；

，经证明，当时，前述R值范围均能满足。一般认为，故

②*I*d=60A，晶闸管电流有效值，平均值为；考虑安全裕度为1，所选晶闸管额定电流为27A。

③由于直流侧为恒流源，又因为，当R取较小的值时，要求|Ud|必须大一些，从而使触发角大一些，从而造成逆变角较小；而R取较大的值时，逆变角较大。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 优点 | 缺点 |
| R较大（逆变角较大） | 防止逆变颠覆 | 直流侧损耗较大 |
| R较小（逆变角较小） | 直流侧损耗较小 | 可能会造成逆变颠覆 |

**18.三相桥式全控可逆电路，输入相电压100V，电源变压器漏感折合到变压器副边为1.5mH，负载电流Id=50A，设负载电流连续，计算：① 变压器漏感上压降；② 只考虑换向重叠角γ影响情况下的最小逆变角βmin=？③ 在βmin情况下直流端输出直流电压的大小。（图见最后）**

解：①②设触发角为，有所以，当时，，所以③

**19.在三相半波可控整流电路中，纯电阻负载，R=5Ω，输入相电压U2=220V，若A相触发脉冲丢失，B、C相脉冲正常，计算：① α=0º时，负载电压、电流的大小；② α=30º时，负载电压与电流大小；③ 在什么控制角范围内，输出电压为脉冲正常时的 2/3？为什么？**



：①时，





②时，





③当时，B，C相正常工作，A相因缺少触发脉冲不能工作，但C相电压会“侵入”到A相α角的“范围”之内，使输出电压大于正常脉冲触发时输出电压的2/3倍；当时，电流断续，输出电压等于正常脉冲时电压的2/3倍。

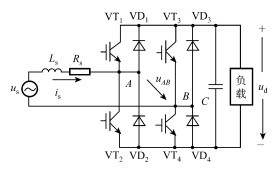
**20.一个理想的BUCK 变换器，要保持输出电压恒定为5V，并希望输出功率不小于5W，开关器件工作的频率为50kHz，试计算输入电源电压从10V 到30V 范围内变化时，为保持该变换器工作在电感电流连续导通模式下所需要的最小电感量值（转换成μH）。**

,,,,电流临界连续时，即：, ,

=41.7uH

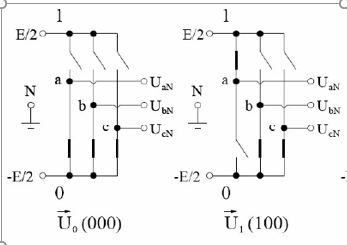
**补充：**

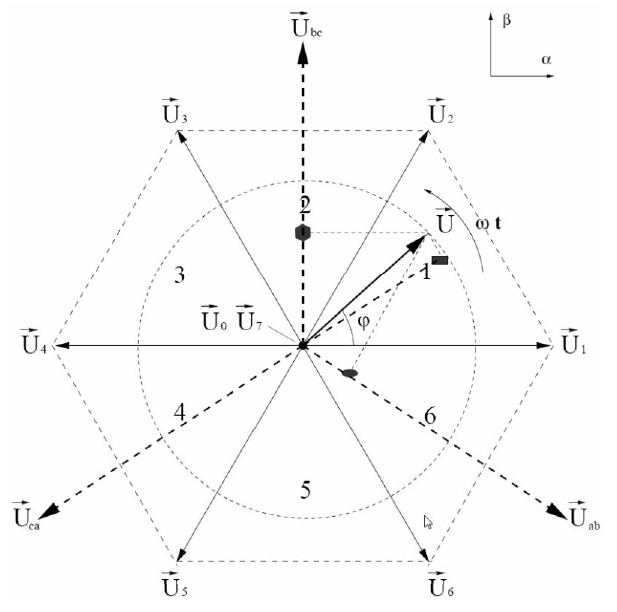
**1. 电力电子开关器件的功耗主要有哪些？请简述软开关谐振技术减少开关损耗的基本原理。**答：电力电子器件的功耗主要有开通损耗、关断损耗和导通期间的损耗三种。高频环境中前两种损耗占主要比例，低频环境中第三种损耗占主要比例。**软开关技术**使电压U或/且电流I减小从而减小开关损耗功率P=UI。软开关可分为ZVS（零电压开关）和ZCS（零电流开关）两种，前者可以减小器件开通、关断期间的电流I；后者可以减小器件开关期间的电压U，都达到减小损耗P的目的。

**2.如下图所示为一PWM 整流电路，请简单分析该电路的工作原理，并（与相控整流电路相比较）举出三条该电路的优点。**答：PWM整流电路是升压型整流电路。工作时按自然采样法对VT1~VT4进行SPWM控制，使uAB输出电压中含有与正弦调制波同频、幅值成比例的基波，以及载波频率的高次谐波，不含低次谐波。

当Us>0时，VT2、VD4、VD1和Ls以及VT3、VD1、VD4和Ls分别组成两组升压斩波电路。以第一组为例，VT2导通时，电源通过VT2和VD4为Ls充电；VT2截止时，Ls通过VD1和VD4向直流电容C供电。同理，当Us<0时，VT1、VD3、VD2和Ls以及VT4、VD2、VD3和Ls分别组成两组升压斩波电路。而输入电流is与us的相位角通过控制UAB来实现。比如目标电流为，则控制使，即能达到控制目标。与相控整流电路相比，PWM整流电路具有**以下优点：**1、输入电流低次谐波含量较小；2、输入电流功率因数可调；3、通过改变控制策略可以实现能量双向流动；4、输出直流电压纹波较小。缺点：相控整流电路是对晶闸管的开通起始角进行控制，属于相控方式而PWM整流电路采用SPWM控制技术,属于斩控方式，控制方式较复杂，造价较高。

**3.请画出电压源型三相全桥逆变电路开关状态图并依次正确标注其相应的空间矢量编号，说明空间矢量编号的基本原则以及哪些空间矢量是零矢量。**





…编号的基本原则是：开关按照A->B->C的顺序依次导通，且相邻的开关状态只改变一位，即（000,100，110，010，011，001，101以及，111），其中和是零矢量。非零矢量的作用：决定线电压波形；零矢量：影响相电压波形。

**4.为何采用同样频率的单极性spwm的谐波小于双极性spwm的？**

一个调制波周期内，当调制波在正半周时，采用单极性spwm只有两个功率管在以高频开断，另外两只则一直保持关断。在负半周时原来开断的功率管一直保持关断，而原来关断的功率管则以高频开断。双极性spwm在一个调制波周期内四个功率管一直保持高频开断。所以。。。单极性具有倍频效应，双极性调制要达单极性的效果必须提高频率。

**适用范围**：半桥逆变电路只能使用双极性PWM,而全桥逆变电路则单双极性PWM方式均适用 变电路则单、双极性PWM方式均适用。

开关损耗：在全桥逆变电路情况下单极性PWM调制开关损耗小，而双极性调制与单极倍频 调制开关损耗相当且较大。

**输出谐波THD**：在相同计算截止频率下，双极性PWM调制下输出总谐波THD最大而单极性PWM调制下输出总制下输出总谐波THD最大，而单极性PWM调制下输出总谐波THD为双极性方式下的1/2左右，单极倍频PWM调制的最低。**对输入侧的影响**：双极性PWM调制下直流侧纹波电压较大，单极性PWM直流侧纹波电压较小，单极倍频PWM调制的最小。

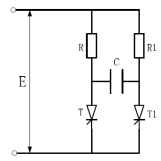
**复杂度**：双极性PWM调制较为简单，单极性PWM调制较为复杂。

与双极性控制方式相比，单极性控制从输出电压波形上看，其通断频率等效地增加了一倍，而典雅跳变量减少了一倍，该典雅波形用傅里叶级数展开时包含偶次谐波。在输出电压的频谱上，最低谐波以两倍于开关频率即三角波频率的频率出现，使得谐波含量比起双极性来要小。

**若无续流二极管**，则当a 突然增大至180度或触发脉冲丢失时，会发生一个晶闸管持续导通而两个二极管轮流导通的情况，这使ud成为正弦半波，即半周期ud为正弦。另外半周期负载u2半周期ud为0.，另外半周期ud为零。**有续流二极管Vdr时**,续流过程由Vdr完成，晶闸管关断，避免了某一个晶闸管持续导通从而导致失控的现象。同时，续流期间导电回路中只有一个管压降，有利于降低损耗。

**换相的裕量角不足，引起换相失败**：换相重叠角的影响当时换相结束时晶闸管能承受反压而 响：当 时，换相结束时，晶闸管能承受反压而关断。如果 时该通的晶闸管会关断，而应关断的晶闸管不能关断，最终导致逆变失败，形成短路 的晶闸管不能关断，最终导致逆变失败，形成短路逆变时允许采用的最小逆变角应等于

**对如下图所示斩波器，R 为负载，问：①简述电路工作过程；②负载电阻R 上承受的最大电压为多少？③何时承受？T1能否自然关断？为什么？④什么条件下可自然关断？谈谈R1的选取原则**

1.工作原理:1)晶闸管T导通并达到稳态,此时R上输出电压E,电容C上电压为E,且右正左负,R1上电压为0,此时输出电压为E.2)打开晶闸管T1,由于电容电压不能突变,在T1打开的瞬间,仍然保持右正左负,此时晶闸管T收到反压关断,R上电压为2E,上正下负,R1上电压为E.3)电容逐渐充电到左正右负,电压为E,此时再次进入稳定状态,此时电阻R输出电压为0.4)待稳定后打开晶闸管T,同理,T1关断,稳定后电阻R输出电压E.通过这种方法,就可以实现直流电压的斩波输出,该电路为直流斩波器.

2.电阻R上最大电压为2E

3.最大电压在T1刚导通时承受,在T1导通且达到稳定后,打开T,则T1可以自动关断

4.可以自然关断的条件:电容充电完成,即达到稳态后,打开T1,则T将会受到反压而关断.R1的选取影响到电容充放电的时间常数,即.因此R1应该越小越好.但是考虑到R1太小,会导致电容充放电时的冲击电流过大,因此R1的选取应该综合以上两个因素.设T导通时的最大电流为,则关断T所需要的最大电荷量为,而电容C充电到E,所储存的电荷量为q=CE,为使T可靠关断,则有,则,一般取.设负载电压的最小宽度为,则有C,结合上面C的取值,可以得到.

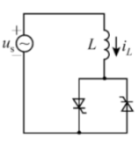
.**为什么要定义晶闸管的“断态电压临界上升率du/dt”与“通态电流临界上升率di/dt”？（类似概念问题）**

答：断态电压临界上升率du/dt是指在额定结温和门极开路情况下，不导致晶闸管从断态到通态转换的外加电压最大上升率。如果电压上升率过大，使充电电流足够大，就会使晶闸管误导通。使用中实际电压上升率必须低于此临界值。

通态电流临界上升率di/dt”是指在规定条件下，晶闸管能承受而无有害影响的最大通态电流上升率。如果电流上升太快，则晶闸管刚一导通，便会有很大的电流集中在门极附近的小区域内，从而造成局部过热而使晶闸管损坏。

**3.单相半波可控整流电路，纯电感负载，求：（1）输出电压表达式；（2）移相范围；（3）画出控制角为30时负载电压与电流波形。**

**4、（TCR）是电力系统中的调节装置之一，单相原理图如下图所示，请（1）分别画出晶闸管触发角为90和120时的电流iL 的波形示意图，增加触发角会增加还是减小电抗吸收的无功功率？（2）要使TCR 能正常工作，其触发角必须工作在何范围？简述原因。**

（1）TCR的作用就像一个可变电纳，改变触发角就可以改变电纳值，因为所加的交流电压是恒定的，改变电纳值就可以改变基波电流，从而导致电抗器吸收无功功率的变化。因此触发角增加会减小电抗吸收的无功功率。（2）TCR触发角α的可控范围是90°～180°。当触发角为90°时，晶闸管全导通，此时TCR中的电流为连续的正弦波形。当触发角从90°变到接近180°时，TCR中的电流呈非连续脉冲形，对称分布于正半波和负半波。当触发角为180°时，电流减小到0，当触发角低于90°时，将在电流中引入直流分量，从而破坏两个反并联阀支路的对称运行。所以一般在90°～180°范围内调节。

**有一调光台灯由单相交流相控调压电路供电，灯泡为纯电阻性负载，在α=0°时输出功率达到最大值，试求65%，50%，35%最大功率时的移相触发角α。[结果转化为度，精确到小数点后两位。假定灯泡的电阻值恒定不变]**

答：当α=0°时的输出电压最大为,此时负载电流最大，为;输出最大功率;

1. 当输出功率为最大功率的65%时：,有,此时,得到76.24°