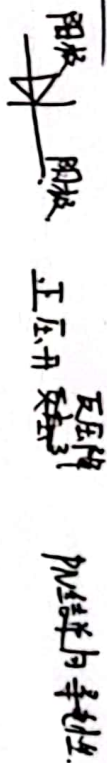
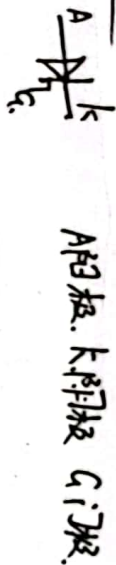


电力电子技术

电力 = 极型

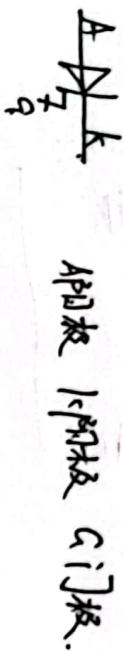


晶闸管



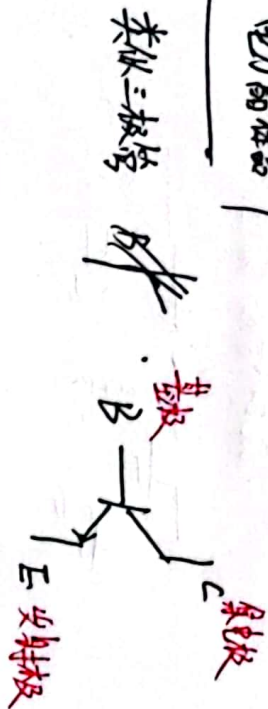
导通条件: 栅极加正向电压, 门极有足够的触发电流
关断条件: 使流过晶闸管的电流小于维持电流

IGTO (门极可关断晶闸管)



导通条件: 栅极加正向电压, 门极有足够的触发电流
关断条件: 在门极施加负脉冲

GTR 电力晶体管



$$\beta = \frac{I_c}{I_b}$$

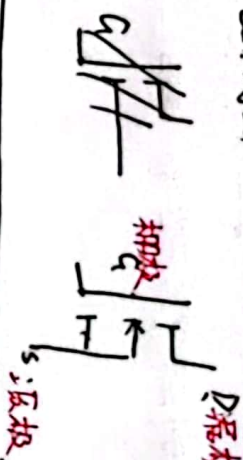
电力 MOS

结构特点: 采用多晶硅结构, 使用垂直结构增加 \$J_V\$
导通条件是导通器件的栅极电压和栅极电压
栅极电压 \$V_{GS}\$ 必须大于 \$V_{th}\$, 否则无法导通

采用垂直结构 多晶硅

输入阻抗高, 输入电流小

漏源极 之间加正向电压时导通



IGBT 绝缘栅双极晶体管

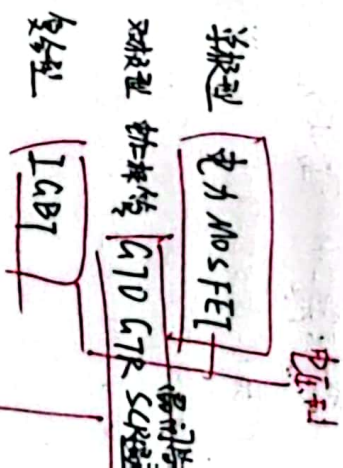


导通: \$V_{GE}\$ 加正向且大于开启电压 \$V_{GE}\$

电压调制效应使电阻 \$R_{DS(on)}\$ 减小

关断: 栅极之间加反压不加信号时

导通条件: 漏源极间加正向电压, 栅极电压 \$V_{GS} > V_{th}\$
关断: 栅极电压 \$V_{GS} < V_{th}\$
导通时: 栅极电压 \$V_{GS} > V_{th}\$
关断时: 栅极电压 \$V_{GS} < V_{th}\$



电压型

电力电子技术——对电能进行

电力电子技术是使用电力电子器件对电能进行变换和控制的

AC 交流 AC-DC DC-DC
DC 直流 DC-AC AC-AC

什么是逆变失败

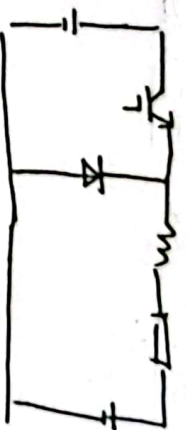
逆变运行时,一旦换相失败,外部的直流电源就会通过晶闸管电路形成短路,或者使变流器的输出平均电压和直流电动势变成顺向串联,由于逆变电路内阻很小,就会形成很大的短路电流

逆变失败的原因

- ① 逆变电路工作不可靠,不能及时准确地给各晶闸管分断脉冲,致使晶闸管不能正常关断
- ② 晶闸管发生故障,比如门极不断,不能
- ③ 交流电源缺相或缺相序,造成
- ④ 换相裕量角不足,引起换相失败,造成

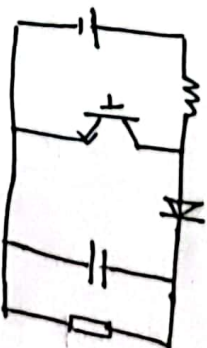
降压斩波电路 Buck Chopper

电压降低



$$U_o = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}} E$$

升压斩波电路 Boost Chopper



$$U_o = \frac{L + t_{off}}{t_{on}} E$$

升压斩波电路 Buck-Boost Chopper
既可升压又可降压



$$U_o = U_o I_o$$

$$\frac{I_o}{I_a} = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}}$$

电力电子技术

三相桥式全控整流电路

带阻感负载

手算

$U_d = 2.34 U_L \cos \alpha$

$I_d = \frac{U_d}{R}$

桥式 = 次侧有效值

$I_2 = 0.816 I_d$

桥式对负载电流有效值

$I_d = \frac{U_d}{R} \rightarrow$ 反电动势

有效值

桥 = 桥臂电流平均值

$I_{a1} = \frac{I_d}{3}$

变压器 = 二次侧有效值

$I_{2a} = 0.817 I_d$

各种整流电路 控制电压和换相角计算

| | 单相桥式 | 三相半波 | 三相桥式 | 三相全桥 | 三相全桥 |
|---------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| ΔU_d | $\frac{U_L}{\pi} I_d$ | $\frac{2U_L}{\pi} I_d$ | $\frac{3U_L}{\pi} I_d$ | $\frac{3U_L}{\pi} I_d$ | $\frac{m U_L}{2\pi} I_d$ |
| $\cos \alpha$ | $\frac{I_d}{I_{d0}}$ | $\frac{2I_d}{I_{d0}}$ | $\frac{3I_d}{I_{d0}}$ | $\frac{3I_d}{I_{d0}}$ | $\frac{I_d}{I_{d0}}$ |

有效值为 U_L 的变压器每相折算到 = 次侧有效值

单相桥式全控整流电路

平均电压 U_d

$U_d = 0.9 U_L \cos \alpha$

平均电流 I_d

$I_d = \frac{U_d - E}{R}$

变压器 = 二次侧有效值 I_L

$I_1 = I_d$

晶闸管电流有效值

有效值

晶闸管电流, 平均

$I_{a1} = I_{a2} = \frac{1}{2} I_d$

$I_{a1} = \frac{1}{2} I_d = 0.707 I_d$

晶闸管

晶闸管

反向电压 U_{RM}

正向电压 U_{FM}

通态平均电压 U_{TAV}

断态平均电压 U_{DPM}

额定电压为正常工作时晶闸管承受的峰值电压的 2~3 倍

三相半波可控整流电路

平均电压 U_d

$U_d = 1.17 U_L \cos \alpha$

平均电流 I_d

$I_d = \frac{U_d}{R}$

变压器 = 二次侧有效值 I_L

$I_1 = I_d$

晶闸管电流有效值

有效值

晶闸管电流, 平均

$I_{a1} = I_{a2} = \frac{1}{2} I_d$

$I_{a1} = \frac{1}{2} I_d = 0.707 I_d$

有源逆变条件

1. 要有直流电源, 其极性与晶闸管导通方向一致

2. 晶闸管导通角 $\alpha > \frac{\pi}{2}$, 使 U_d 为负值

一般取通态平均电压为额定电压的 1.5~2 倍

由该平均值求, 晶闸管额定值 I_{TAV} 为

$\frac{I_{TAV}}{1.5} = \frac{1}{1.5}$

4.1.2 换流方式

① 器件换流：利用全控型器件的自然关断特性进行换流。

② 电网换流：由电网提供换流电压。

③ 负载换流：由负载提供换流电压。

④ 强迫换流：设置强迫换流电路与关断器件的管强流措施。

电压型逆变器电路的特点

① 直流侧为电压源，或者串联大电容，~~相当于电压源~~。直流侧电压基本无脉动，~~直流侧电感量很大~~。

② 由于直流电压源的钳位作用，~~逆变器侧的电压波形为矩形波~~，~~逆变器侧的电压波形为矩形波~~，~~而负载侧~~。
输出电流波形~~为矩形波~~，~~且负载阻抗不同时~~。

③ 关断特性

~~④ 关断特性：关断时，需要提供一个反向电压，使器件关断。关断时间由反向电压的幅值和器件的关断时间常数决定。~~
在逆变器各臂上并联反并联二极管

在逆变器各臂上并联反并联二极管

⑤ 直流侧串联大电感，相当于电压源。

⑥ 交流侧电流为矩形波，并且与负载阻抗角无关，输出电压波形和相位由负载阻抗角情况的不同而不同。

⑦ 直流侧电感起缓冲无功功率的作用，不必给开关器件反并联二极管。