



## 第1篇 第 2.1~2.4节作业

### 1、参考下表复习器件基本原理和基本特性

(1) 用电力MOSFET的特性说明，其通态压降与电流成正比。

(2) 表中有一项**错误**，请指出并给出正确结果。

器件	结构特点	驱动	开关速度	通态压降	额定电流计算	反向耐压	用途
GTR	N <sup>+</sup> P N <sup>-</sup> N <sup>+</sup>	电流型 功率大	一般开关 时间为数十 微秒	通态压降 低	半波平 均值	耐压较高	被 IGBT 取代
电力 MOSFET	单极型 晶体管， 垂直导 电结构	电压型 功率小	开关时间 为数十纳 秒	通态压降 与电流成 正比	电流最 大值	低，目前较 多的是 600V	单管：数 kw ~ 十 几 kw 电压不高/开关频 率高的场合，应用 最广
IGBT	复合型 MOSFET +GTR	电压型 关断需要 负压	开关时间 为数百纳 秒	通态压降 低	电流 最大值	耐压较高， 目前多个等 级，最高 4500V	单管：数十 ~ 上 百 kw，主要用于 工业装备



## 2、定性作出二极管整流电路

(1) 下左图，纯电阻负载下

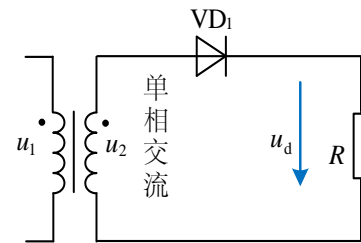
- ✓ 如果不忽略 VD 开通压降， $u_{VD1}$  的波形？
- ✓ VD 的功率损耗波形？

(2) 下右图，R-L 负载下

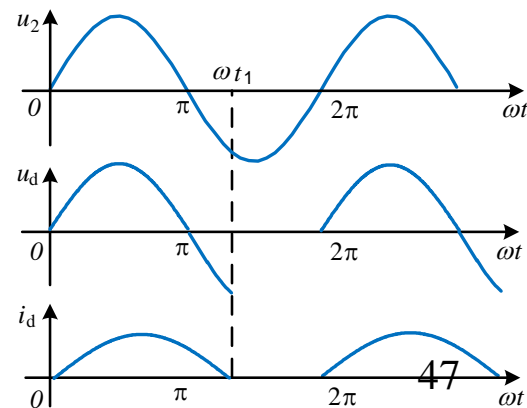
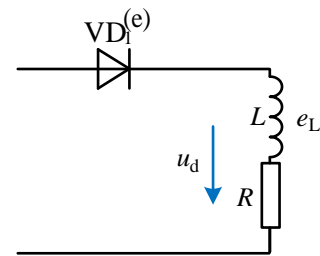
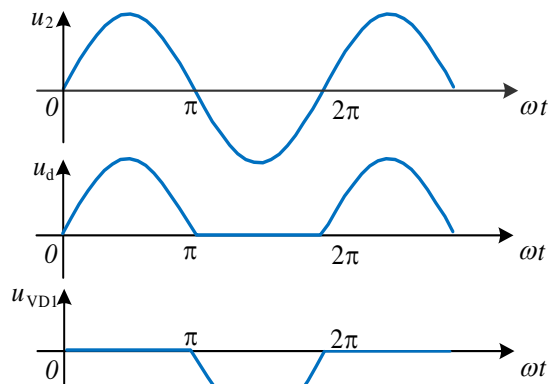
- ✓ 为何  $u_d$  出现负值？
- ✓ 如果不能忽略 VD 开通压降，此时  $u_{VD1}$  的波形？

提示：判断整流二极管导通的方法：

串联在电路时，用电流流向判断，并联时用正向电压大小判断。



(a)



3、全控器件的开关损耗有几部分，瞬间损耗最严重的部分是那部分？请用图形示意。

4、以下两表是制造商提供的IGBT的部分参数表（作业目的:选三个重要参数），

- 1) 请从下表找出以下3个参数，并说明3个参数的作用：(1)集电极-发射极最大反向电压；  
(2) 最大集电极电流,它与最大集电极峰值电流的区别？（3）用表B中参数计算器件的开通时间 $t_{on}$ 时还需要其他什么参数？
- 2) 将一个IGBT用于承受电压为800V的电路时，应该选择该器件的反向电压值为多少？

**表A 额定值**（注：FWD是反向二极管）

V <sub>CES</sub>	集电发射极阻断电压	栅极-发射极短路时, 允许的断态集-发极最高电压.
V <sub>GES</sub>	栅极-发射极电压	集-发短路时, 允许的栅极-发射极最高电压.
I <sub>C</sub>	集电极电流	最大直流电流
I <sub>CM</sub>	集电极峰值电流	集电极极值
I <sub>E</sub>	FWD 电流	最大允许 FWD 直流电流
I <sub>EM</sub>	续流二极管峰值电流	最大允许 FWD 峰值电流
P <sub>C</sub>	集电极功耗	TC=25 度的情况下, 每个 IGBT 开关最大也许的功率损耗.
T <sub>j</sub>	结温	工作期间 IGBT 的结温
T <sub>stg</sub>	储存温度	无电源供应下的允许温度
V <sub>iso</sub>	绝缘电压	基片与模块间最大绝缘电压.



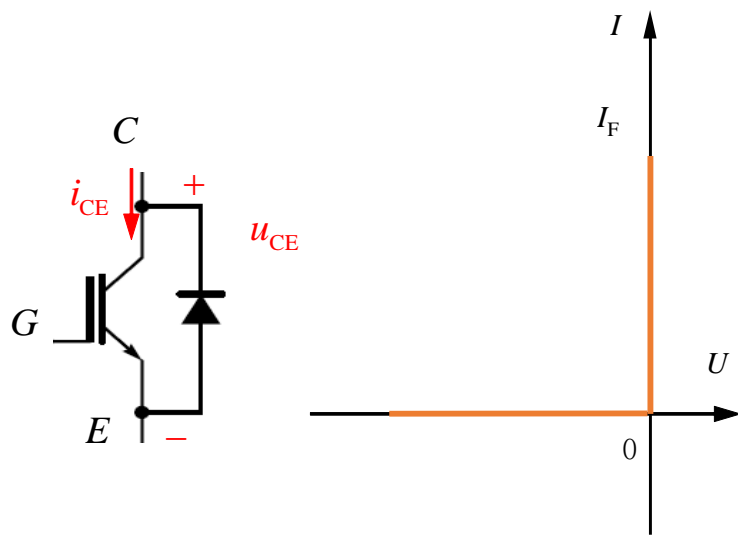
表B 电气参数

ICES	集电极-发射极漏电流	VCE=VCES 和栅极-发射极短路条件下的 IC
VGE(th)	栅极-发射极阈值电压	VCE=10V 的条件下, 栅极发射极电压.
IGES	栅极-发射极漏电流	VGE=VGES 和集电极-发射极短路条件下 IG
VCE(sat)	集电极-发射极饱和压降	IGBT 的通态电压
Id(on)	开通延迟时间	开关时间
tr(on)	开通上升时间	开关时间
Tf	关断下降时间	开关时间
Td(off)	关断延迟时间	开关时间
VEC	FWD 正向电压	在额定电流下的续流二极管正向电压
Trr	FWD 恢复时间	换流时续流二极管反向电压
Qrr	FWD 反向恢复电荷	额定电流和 $di/dt=-1EM/us$ 下, 续流二极管反向恢复电荷。

5、(附加题)仿照图(b)的二极管的理想外特性, 作出下图(a)的复合器件的理想外特性图/伏安特性图

提示:

- (1) 图(a)给出了电流电压参考正方向
- (2) 需要考虑IGBT通断两种状况



(a)IGBT+RD

(b)二极管理想特性