

دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

نام درس: الکترونیک صنعتی

جلسه ۳: معرفی کلیدهای نیمه هادی

ارائه دهنده: علی دستفان

دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

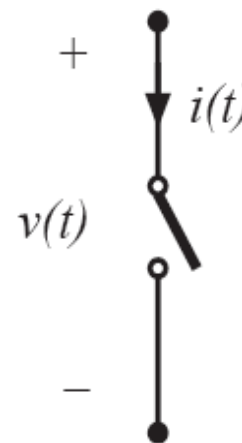
مشخصه کلید ایده آل

Switch closed: $v(t) = 0$

Switch open: $i(t) = 0$

In either event: $p(t) = v(t) i(t) = 0$

Ideal switch consumes zero power



دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

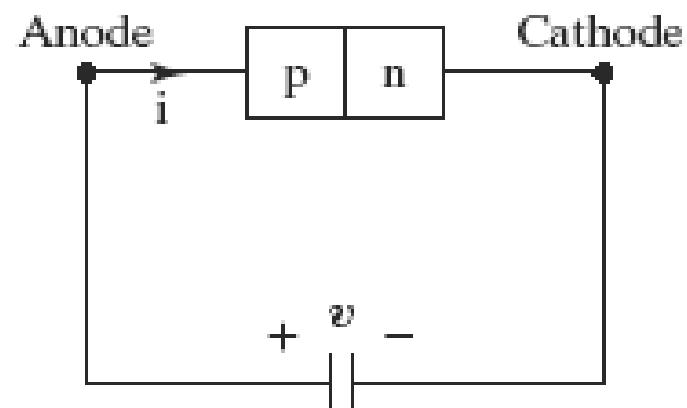
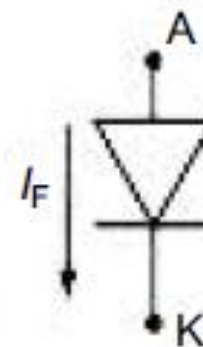
دسته بندی کلیدهای نیمه هادی

انواع کلید

- ۱- غیر قابل کنترل (دیود)
- ۲- نیمه کنترل (تریستورها)
- ۳- تمام کنترل شونده (ترانزیستور)

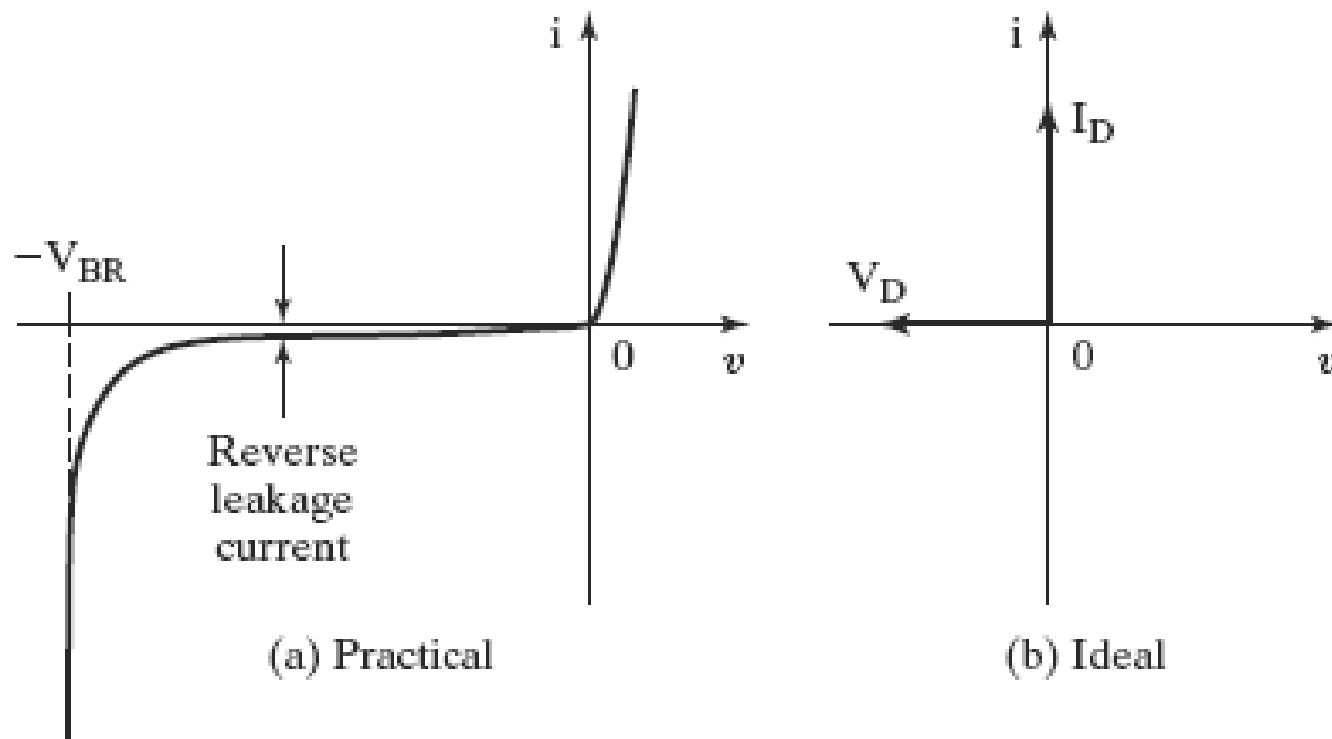
دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

دیود



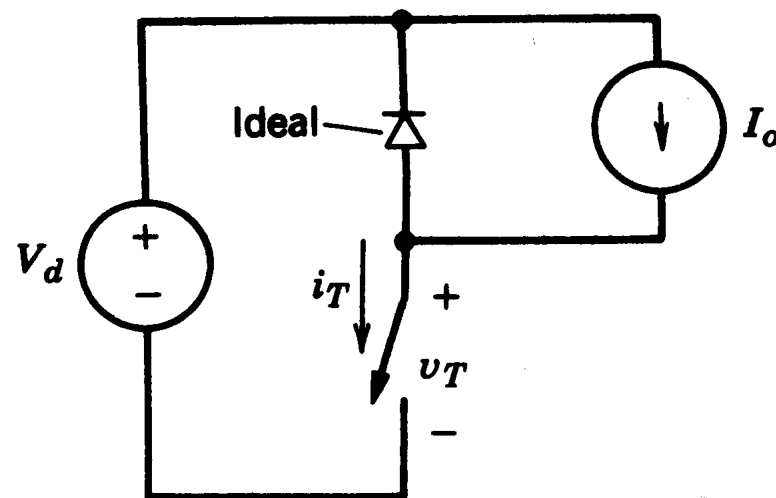
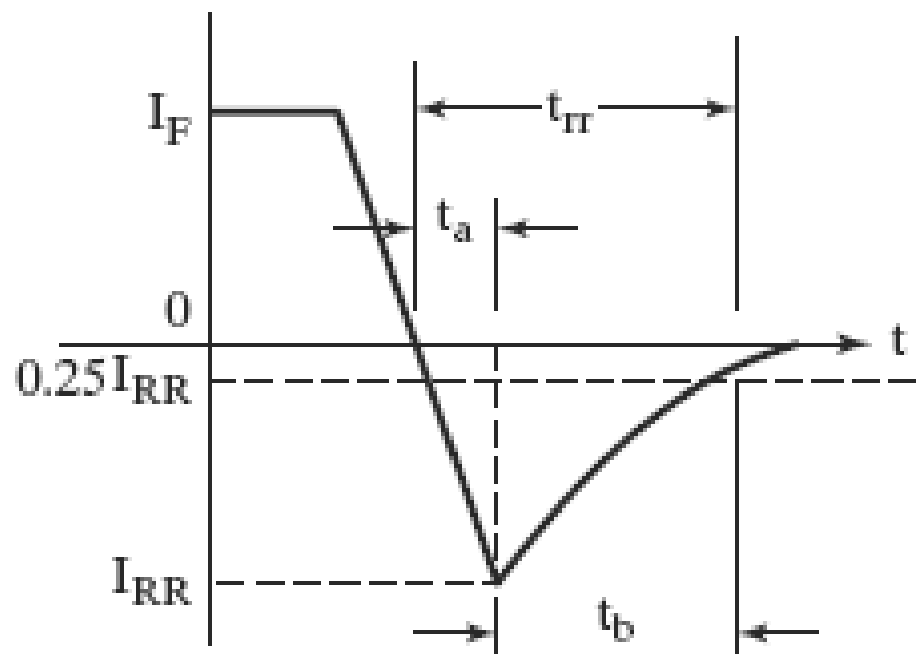
دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

دیود



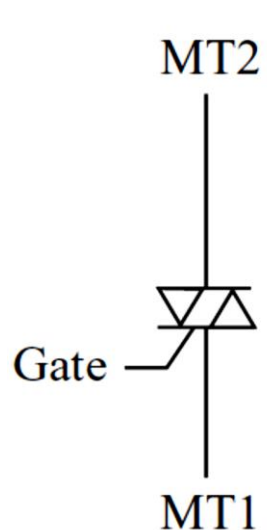
دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

دیود

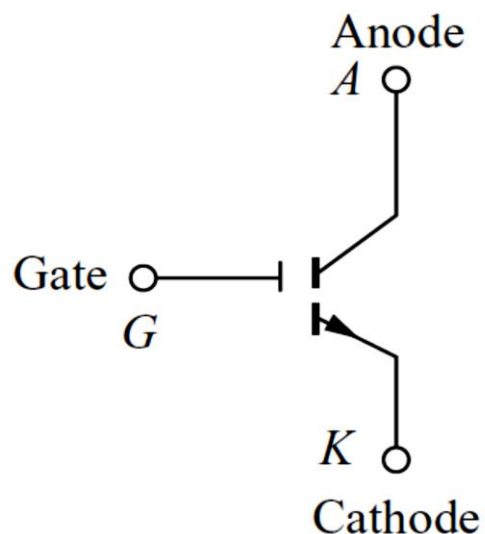


دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

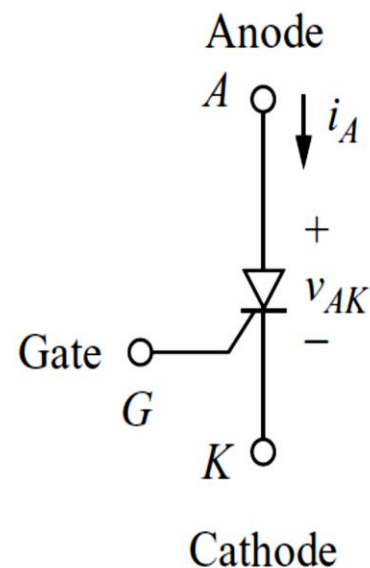
خانواده Thyristors



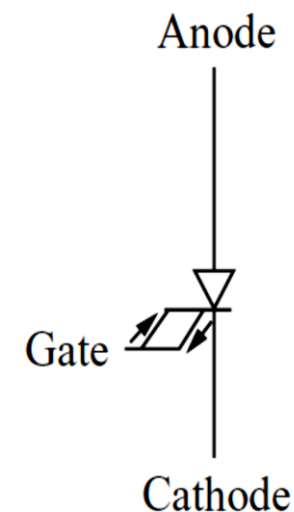
ترايک



MCT



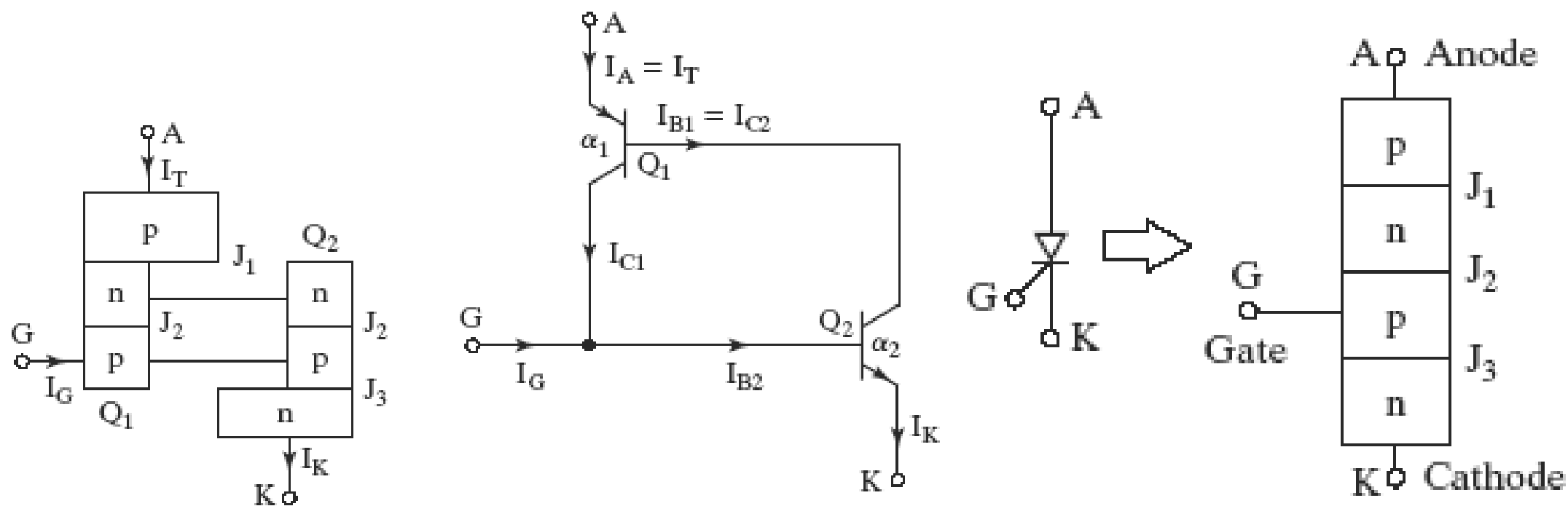
SCR



GTO

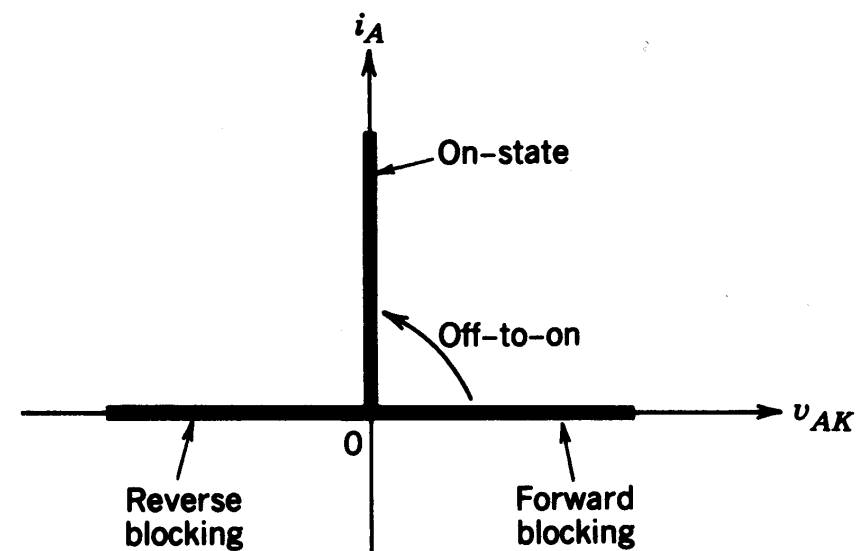
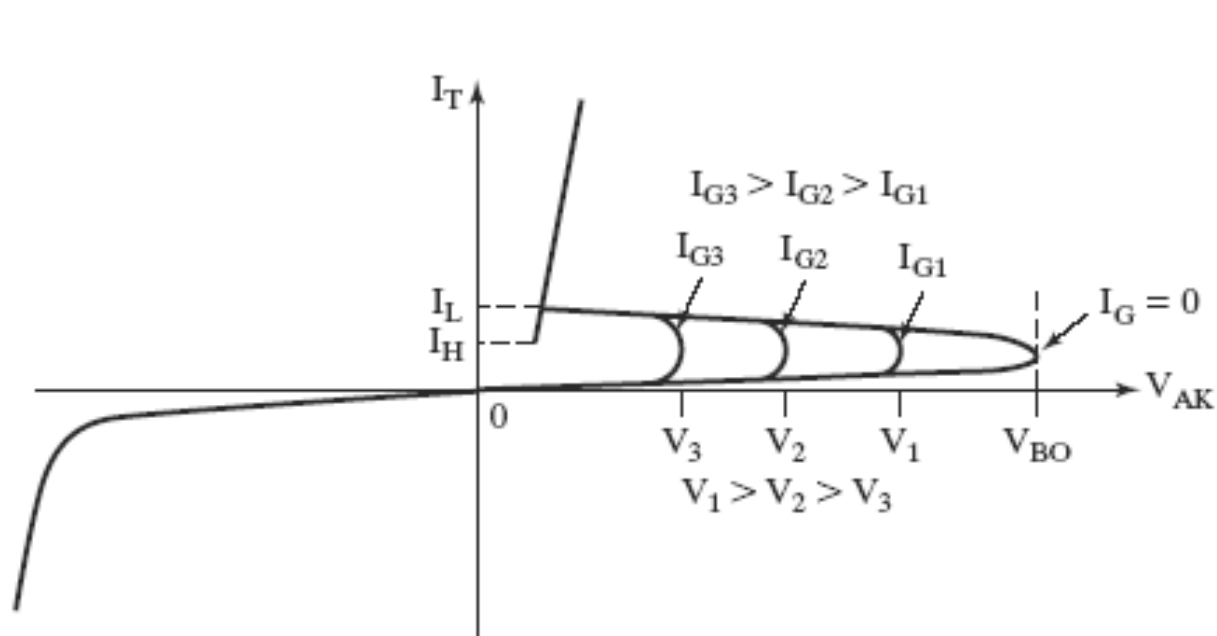
دانشگاه صنعتی شاهرود - دانشکده مهندسی برق

SCR



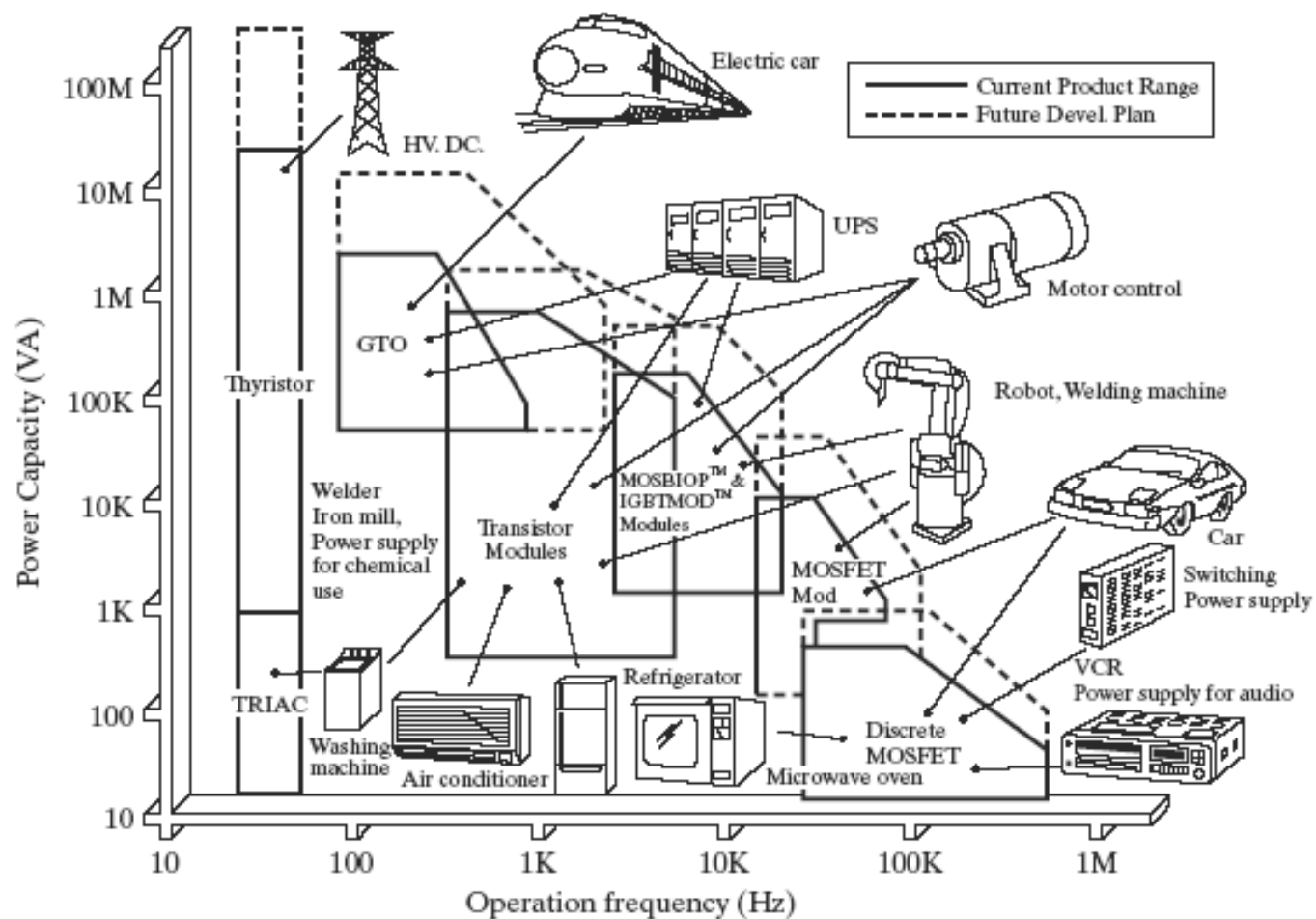
دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

تریستور



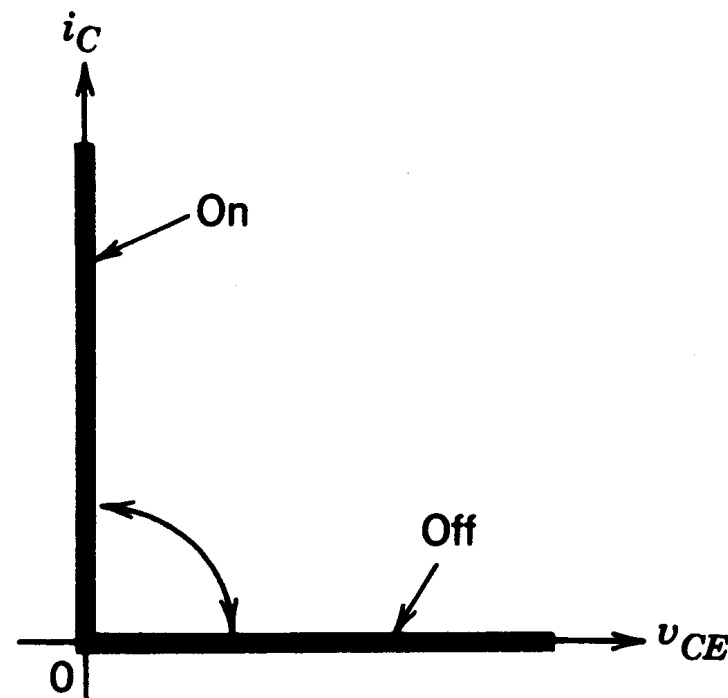
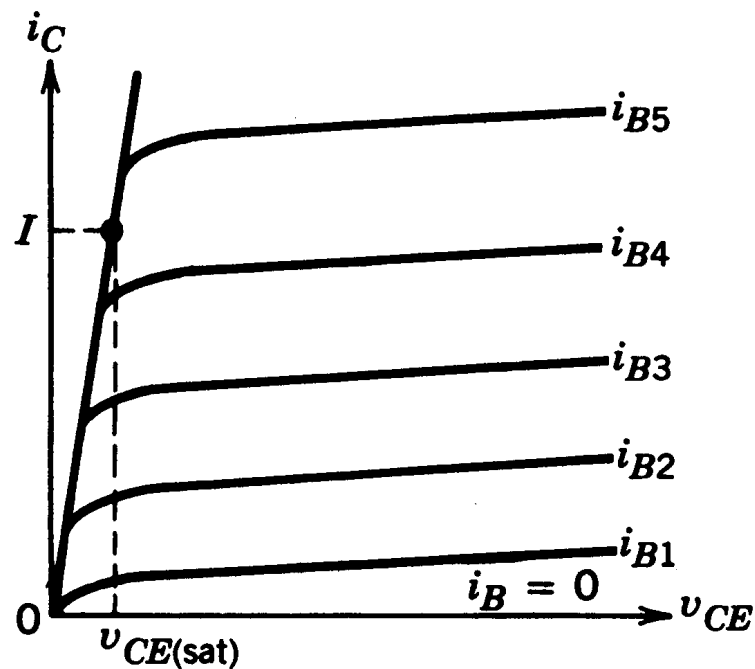
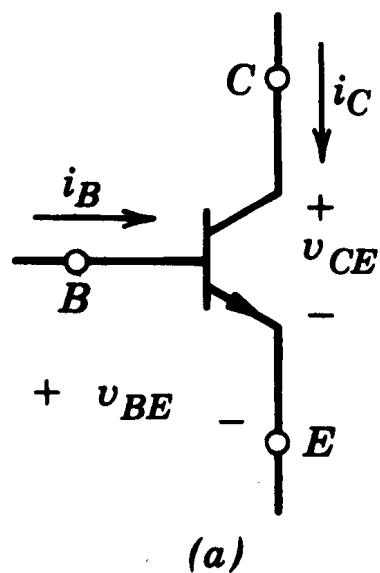
دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

تریستور



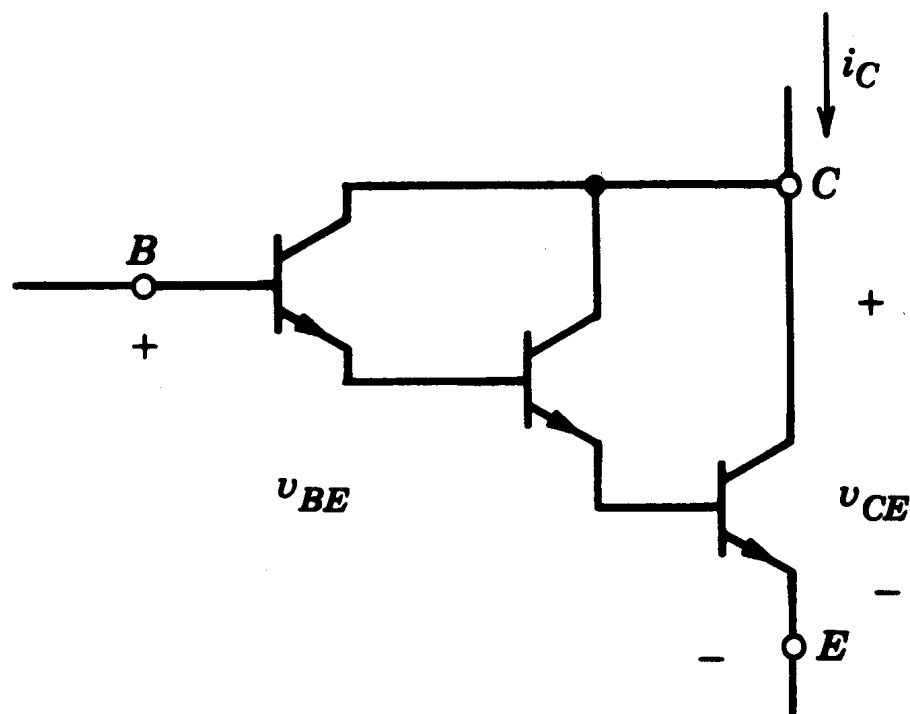
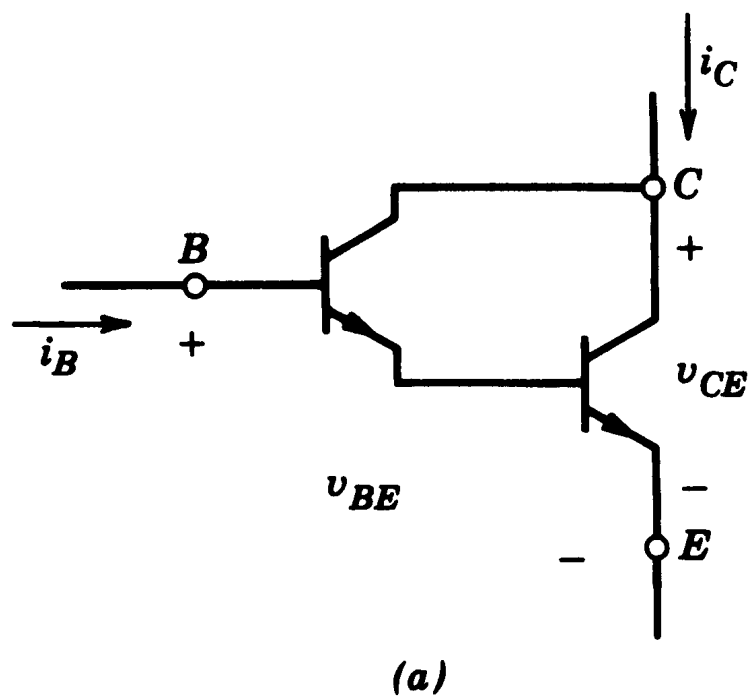
دانشگاه صنعتی شاهرود - دانشکده مهندسی برق

ترانزیستور دو قطبی



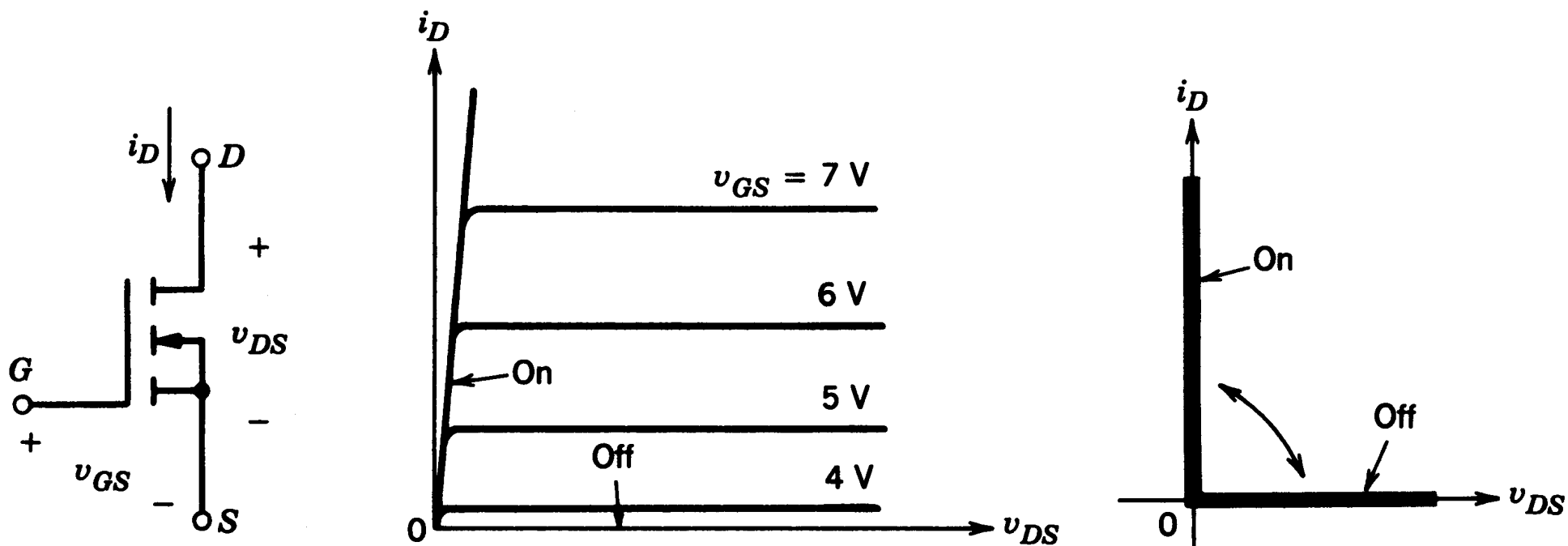
دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

ترانزیستور دو قطبی



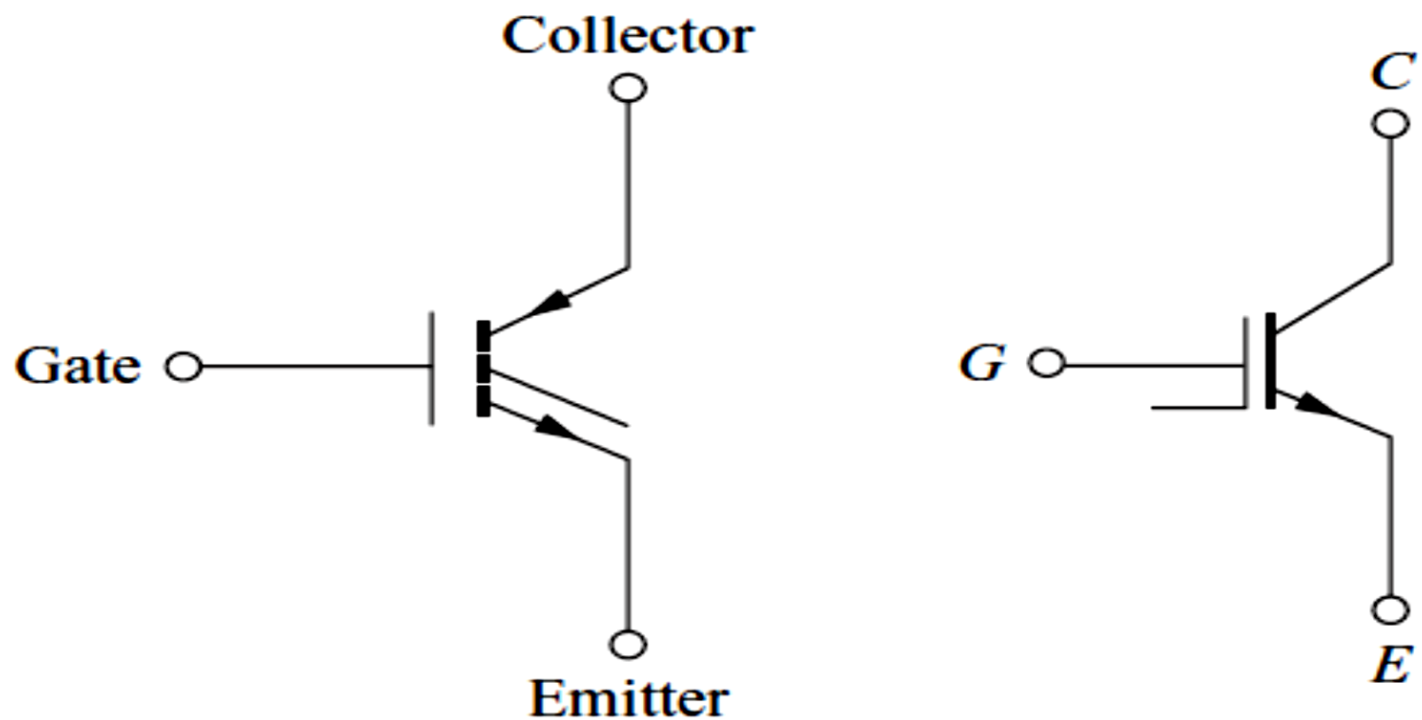
دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

ماسفت



دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

IGBT



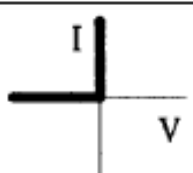
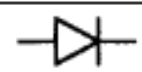
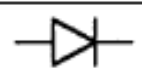
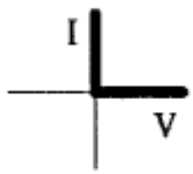
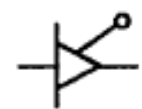
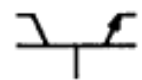
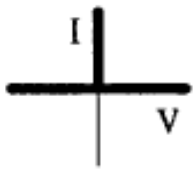
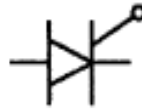
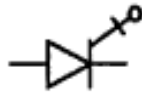
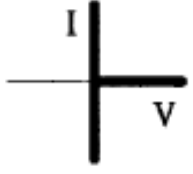

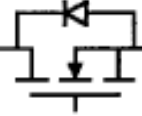
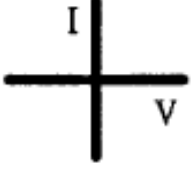
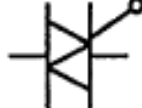

دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

IGBT



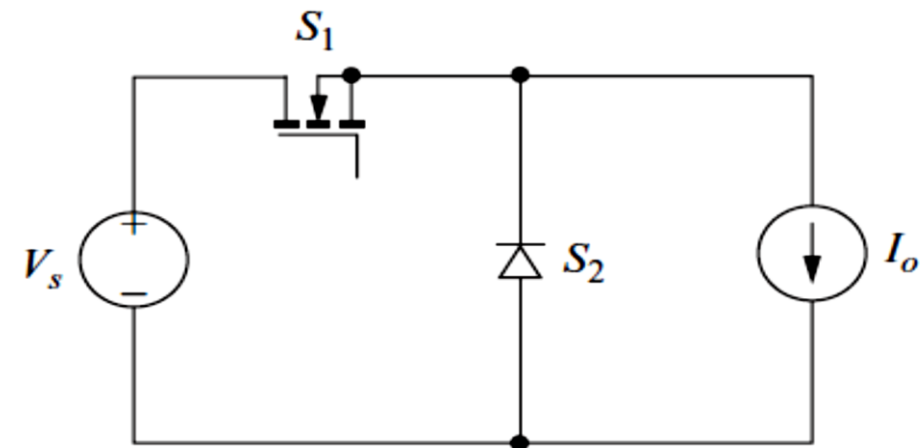
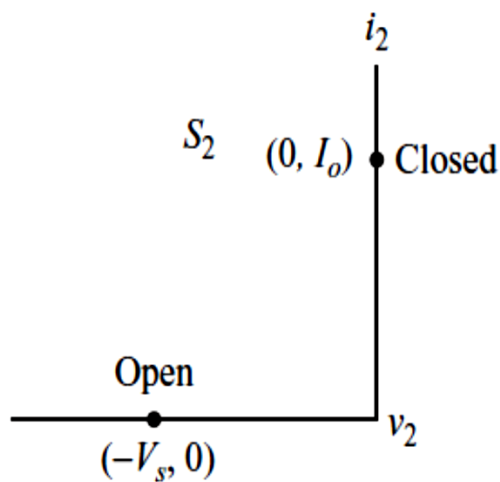
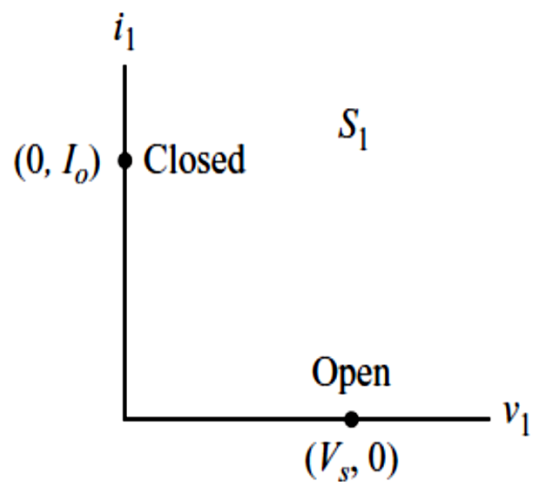
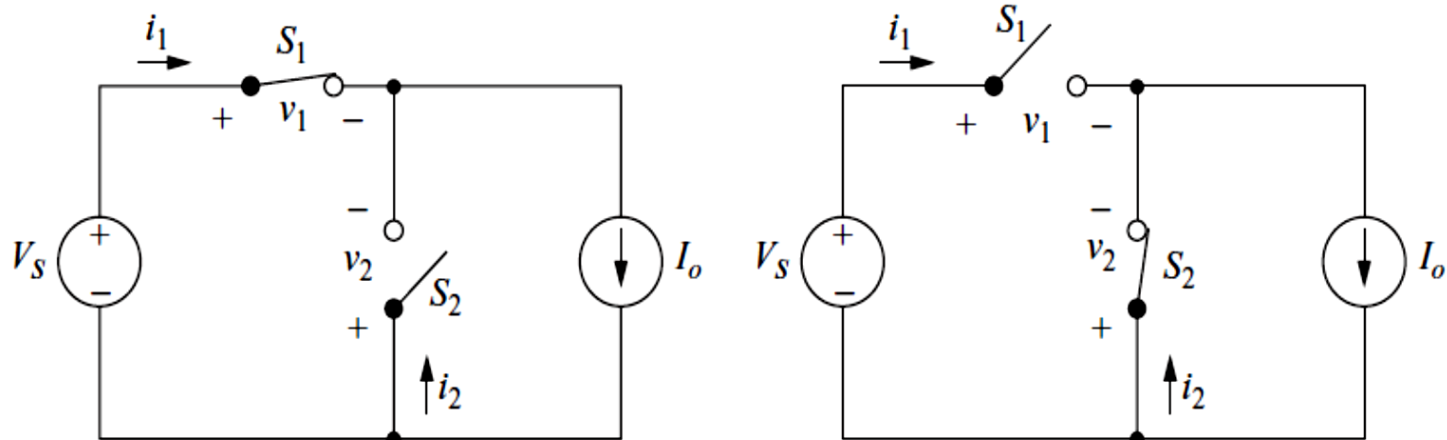
FIGURE 1.89 Photograph of a 1200-A, 3300-V IGBT module in which 24 1-cm² IGBT dies are paralleled together by wire bonds.

دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

Quadrants	Restricted Switch Symbol	Device Symbol
		
		
		
		
		

دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

انتخاب کلید



دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

HiPerFET™ Power MOSFETs

N-Channel Enhancement Mode
High dv/dt , Low t_{rr} , HDMOS™ Family

IXFH/IXFM10N100
IXFH/IXFM12N100
IXFH13N100

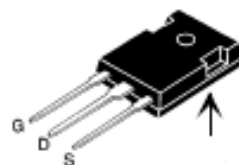


Symbol	Test Conditions	Maximum Ratings	
V_{DS}	$T_J = 25^\circ\text{C}$ to 150°C	1000	V
V_{DGR}	$T_J = 25^\circ\text{C}$ to 150°C ; $R_{GS} = 1\text{ M}\Omega$	1000	V
V_{GS}	Continuous	± 20	V
V_{GSM}	Transient	± 30	V
I_{DS}	$T_C = 25^\circ\text{C}$	10N100	10 A
		12N100	12 A
		13N100	12.5 A
I_{DM}	$T_C = 25^\circ\text{C}$, pulse width limited by T_{JM}	10N100	40 A
		12N100	48 A
		13N100	50 A
I_{AR}	$T_C = 25^\circ\text{C}$	10N100	10 A
		12N100	12 A
		13N100	12.5 A
E_{AR}	$T_C = 25^\circ\text{C}$	30	mJ
dv/dt	$I_G \leq I_{GV}$, $di/dt \leq 100\text{ A}/\mu\text{s}$, $V_{GS} \leq V_{DS}$, $T_J \leq 150^\circ\text{C}$, $R_G = 2\ \Omega$	5	V/ns
P_D	$T_C = 25^\circ\text{C}$	300	W
T_J		$-55 \dots +150$	$^\circ\text{C}$
T_{JM}		150	$^\circ\text{C}$
T_{MG}		$-55 \dots +150$	$^\circ\text{C}$
T_L	1.6 mm (0.062 in.) from case for 10 s	300	$^\circ\text{C}$
M_d	Mounting torque	1.13/10 Nm/lb.in.	
Weight		TO-204 = 18 g, TO-247 = 6 g	

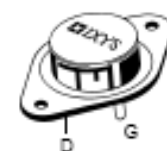
V_{DS}	I_{D25}	$R_{DS(on)}$
1000 V	10 A	1.20 Ω
1000 V	12 A	1.05 Ω
1000 V	12.5 A	0.90 Ω

$t_{rr} \leq 250\text{ ns}$

TO-247 AD (IXFH)



TO-204 AA (IXFM)



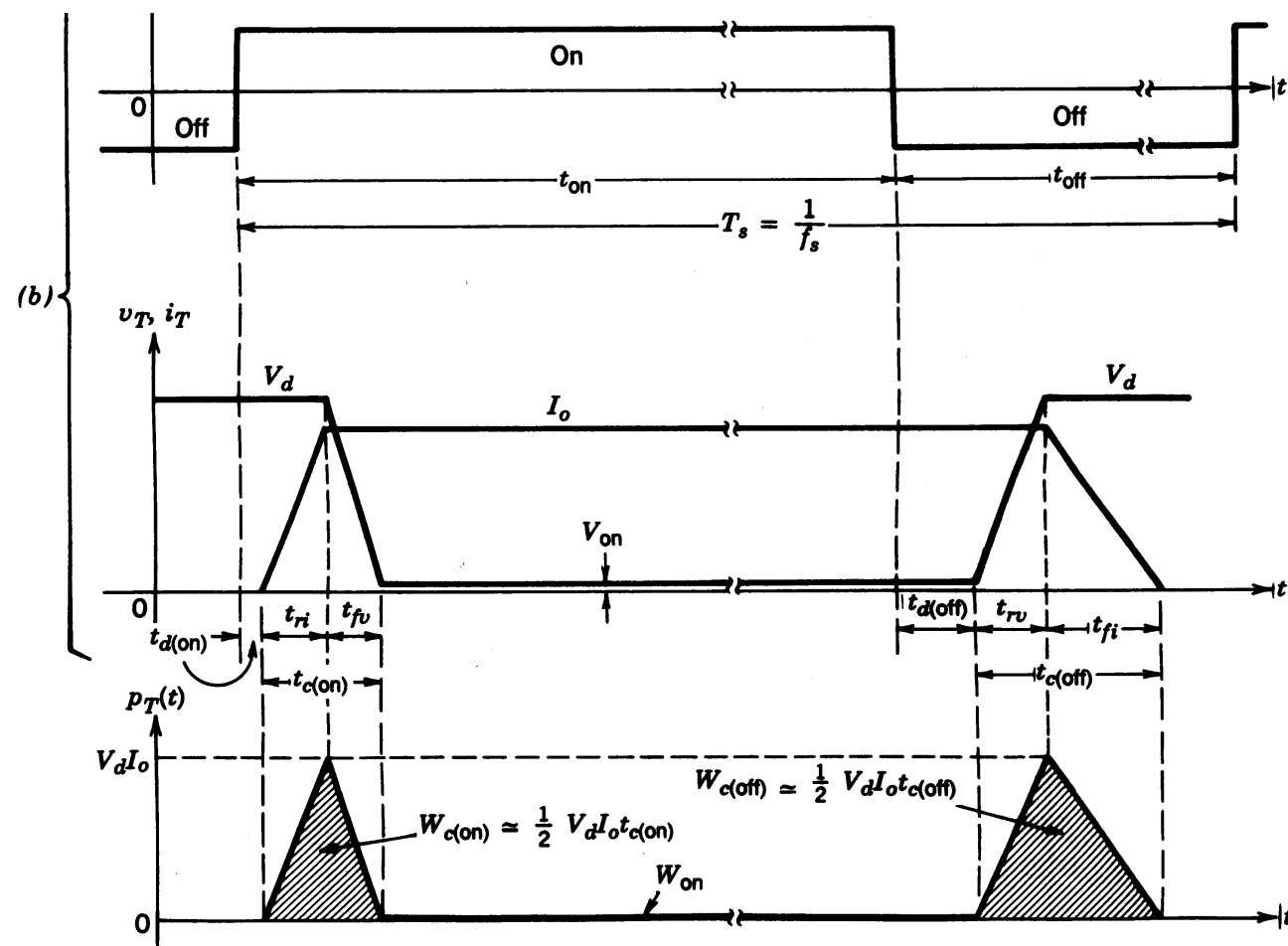
G = Gate, D = Drain,
S = Source, TAB = Drain

Features

- International standard packages
- Low $R_{DS(on)}$ HDMOS™ process
- Rugged polysilicon gate cell structure
- Unclamped Inductive Switching (UIS) rated
- Low package inductance
 - easy to drive and to protect
- Fast intrinsic Rectifier

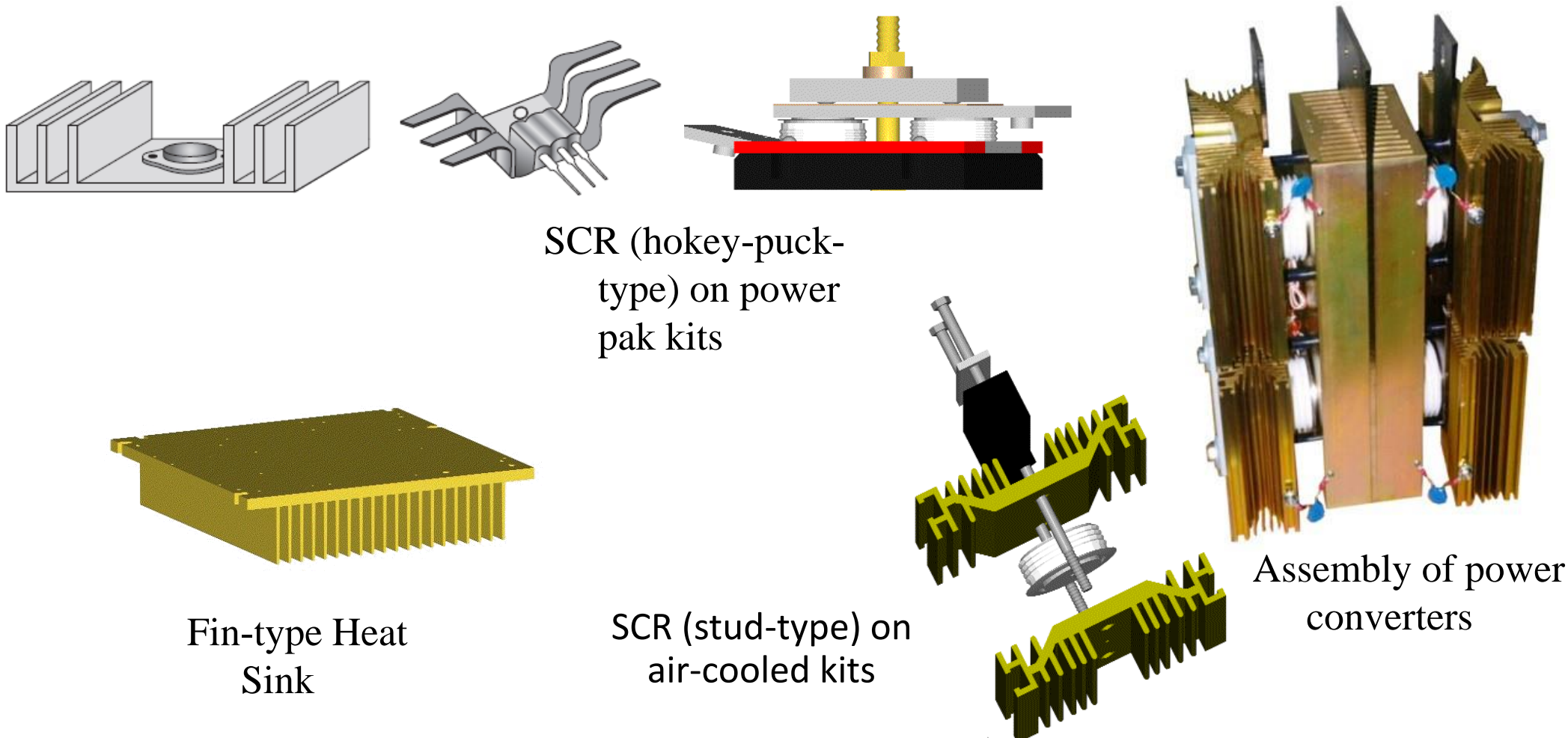
دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

تلفات در کلیدها



دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

هیت سینک



دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

مقایسه کلیدهای ایده آل و واقعی

کلید ایده آل	کلید واقعی
جریان صفر و تحمل ولتاژ بینهایت در حالت خاموش	جریان خیلی کوچک و تحمل ولتاژ محدود (در حد نامی) در حالت خاموش
هدایت جریان بینهایت و افت ولتاژ صفر در دو سر کلید در زمان هدایت	هدایت جریات محدود در حد حداکثر جریان نامی و افت ولتاژ حدود ۱ ولت در زمان هدایت
تغییر وضعیت آنی در حالت روشن و یا خاموش شدن	نیاز به زمان برای تغییر وضعیت کلید
عدم نیاز به توان برای درایو کلید	نیاز به توان برای درایو کلید. برای بعضی از کلیدها توان درایو کم هست (مثل ماسفت و IGBT) و برای بعضی کلیدها قابل توجه (مثل ترستور، GTO، و BJT)

دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

درایو کلیدهای نیمه هادی

رابط بین بخش کنترل (ولتاژ پایین) و سوئیچ (ولتاژ بالا).

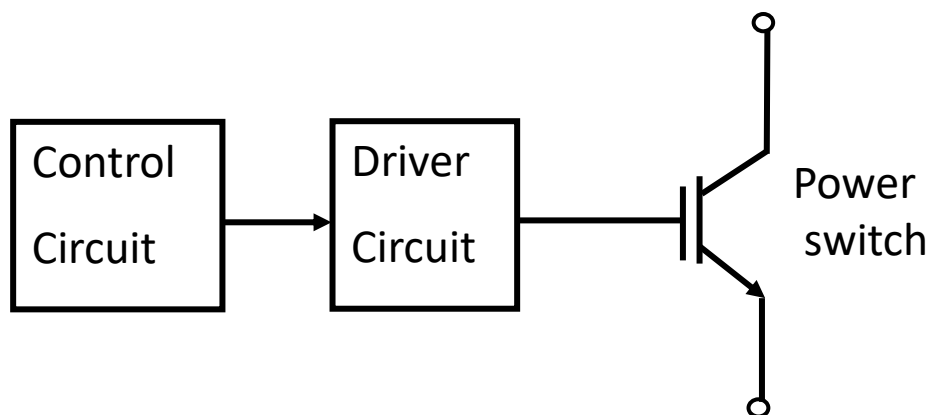
هدف:

تقویت: سیگنال کنترل را به سطح مورد نیاز برای درایو

سوئیچ قدرت تقویت می کند

جداسازی: جداسازی الکتریکی بین کلید و بخش کنترل را

فراهم می کند



پیچیدگی درایو به طور قابل توجهی در میان سوئیچ ها متفاوت است.

درایورهای MOSFET / IGBT ساده هستند

درایورهای GTO و BJT بسیار پیچیده و گران قیمت هستند.

دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده مهندسی برق

درایو کلیدهای نیمه هادی

