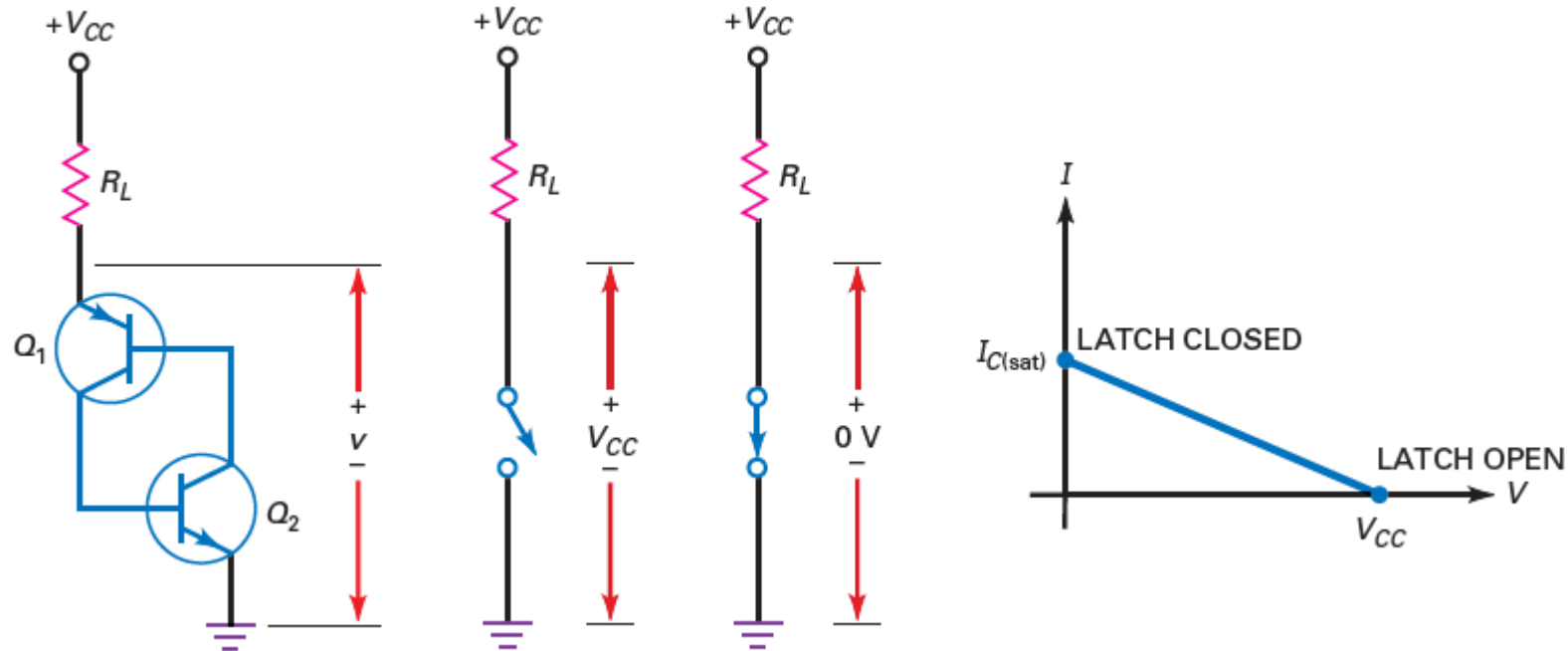




# Тиристоры и IGBT

# Двустабилна схема



Между PNP и NPN транзисторите съществува положителна обратна връзка:

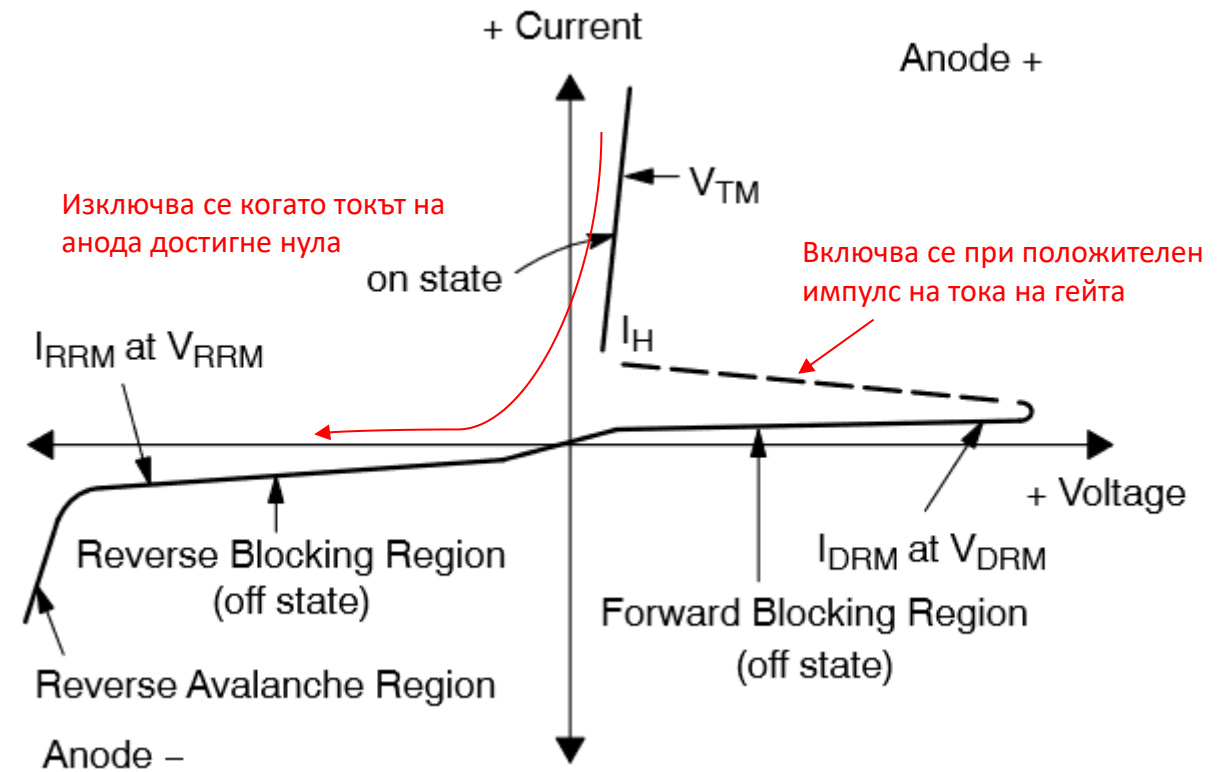
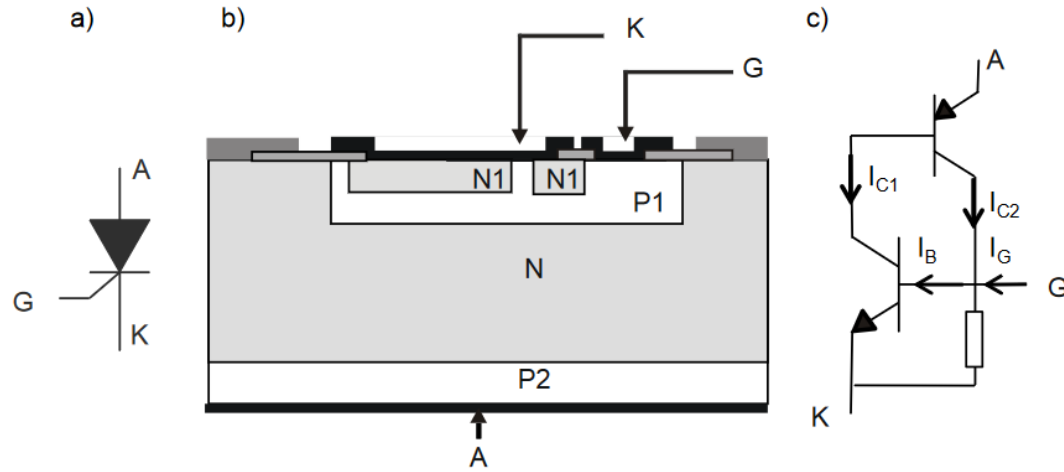
- увеличаване на  $I_b(Q_2)$  води до увеличаване на  $I_c(Q_2)$  и следователно на  $I_b(Q_1)$
- увеличаването на  $I_b(Q_1)$  води до пропорционално нарастване на  $I_c(Q_1)$ , който в крайна сметка още повече увеличава  $I_b(Q_2)$

Този процес ще завърши когато и двата транзистора достигна режим на насищане.

По подобен начин ще се „усилват“ и отрицателните промени. Ако някакъв фактор причини намаляване на базовия ток на един от транзисторите, процесът ще продължи докато и двата транзистора достигнат режим на отсечка.

Схемата има две стабилни състояния: отворено и затворено.

# Тиристор (semiconductor controlled rectifier – SCR)



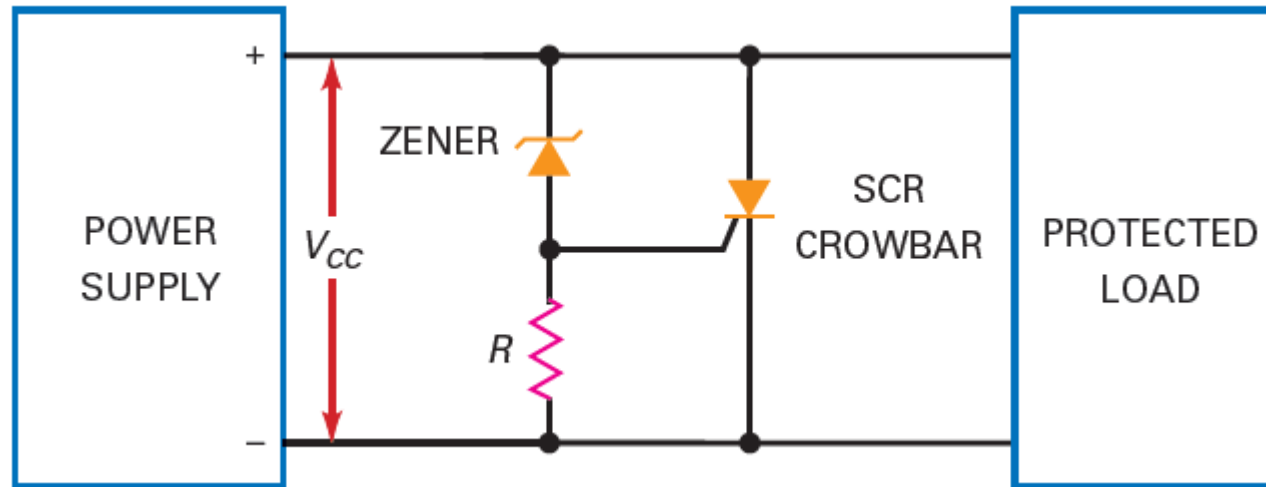
Включване – импулс на гейта

Изключване – намаляване на напрежението анод-катод

# Предимства и приложения на тиристорите

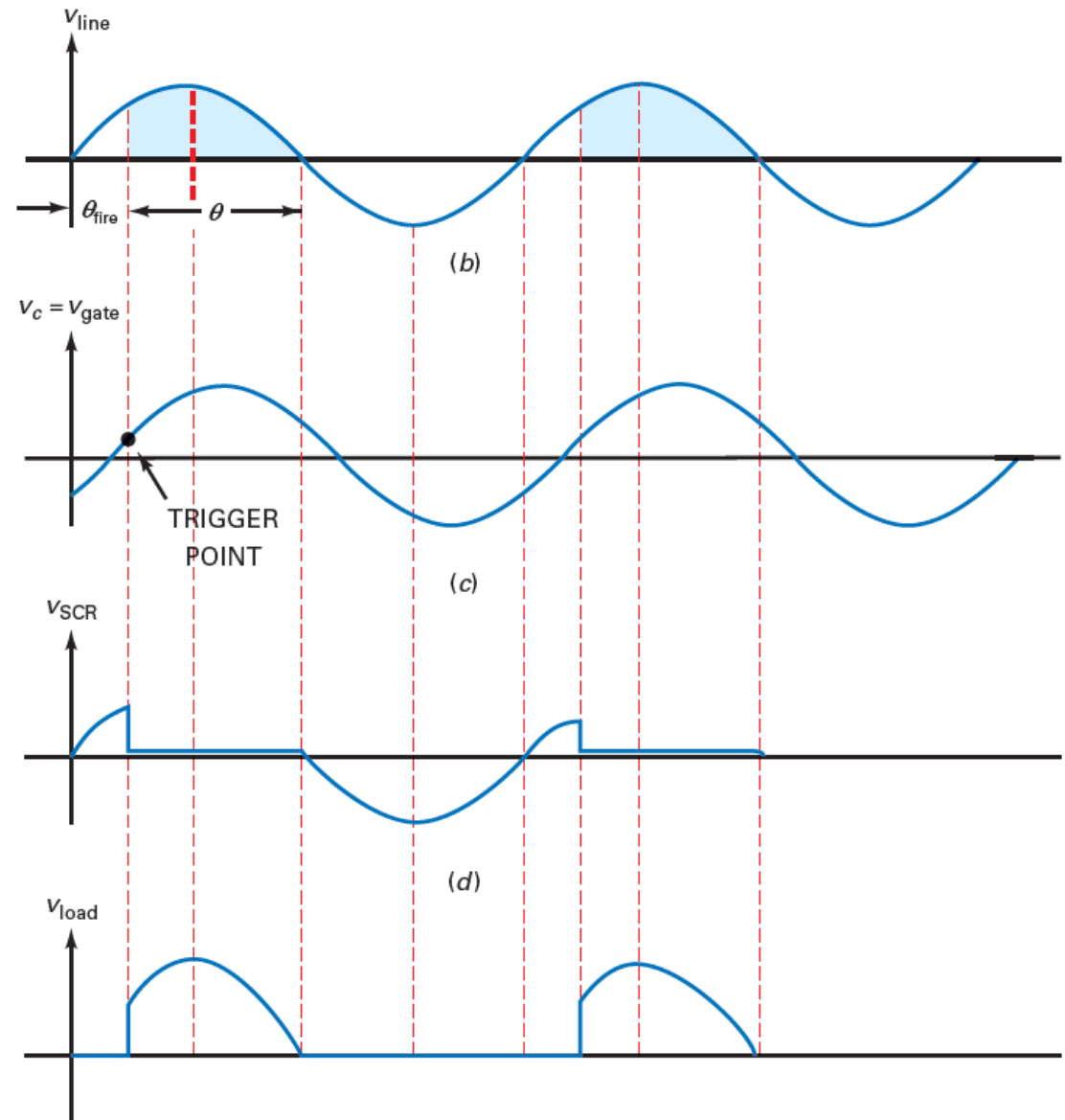
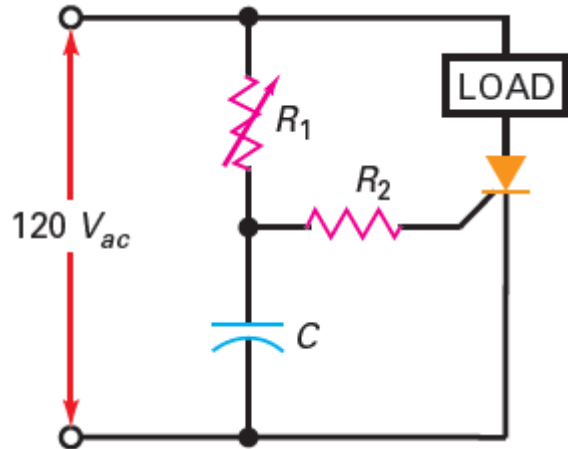
- Могат да работят във вериги с променливо напрежение (за разлика от MOSFET)
- Малко съпротивление когато са във включено състояние (по сравнение с MOSFET)
- Издържат големи токове (приложение в схеми за защита от свръхнапрежение)
- Издържа на високи напрежения
- Управлението чрез ток на гейта се реализира с прости схеми
- Остава в включено състояние след като края на управляващия сигнал
- Изключва се когато токът стане нула (zero current turn off)

## Приложения – защита от перенапряжения

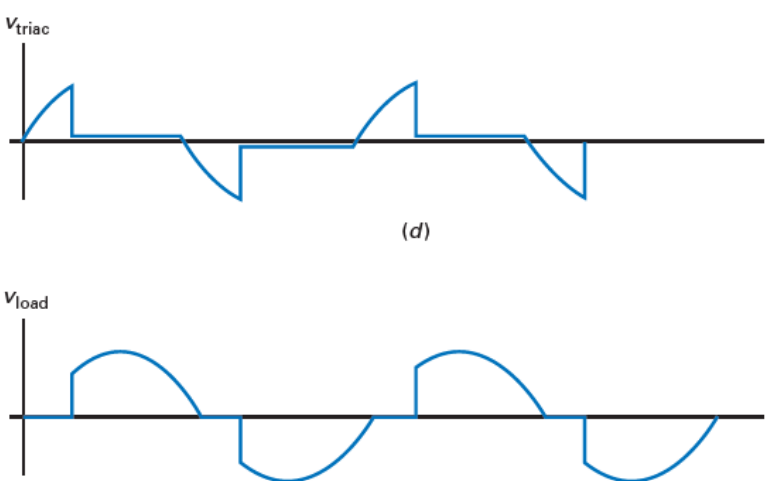
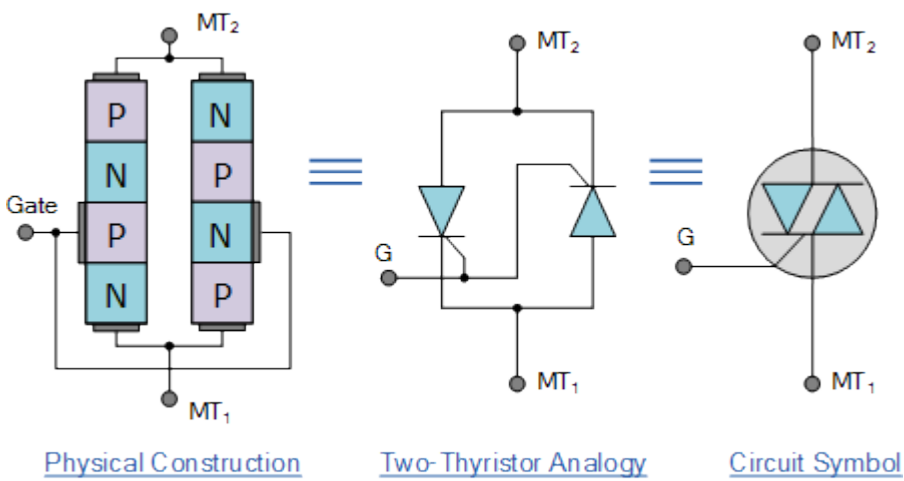
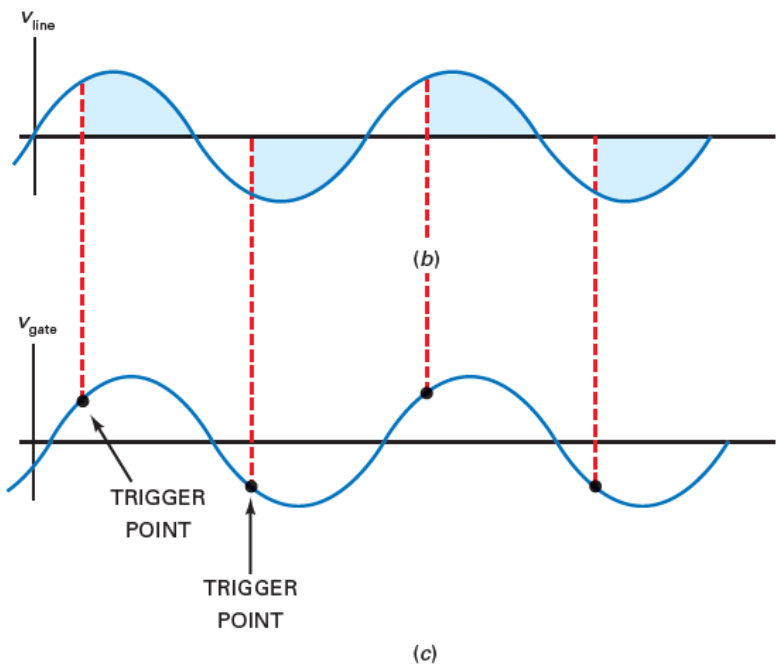
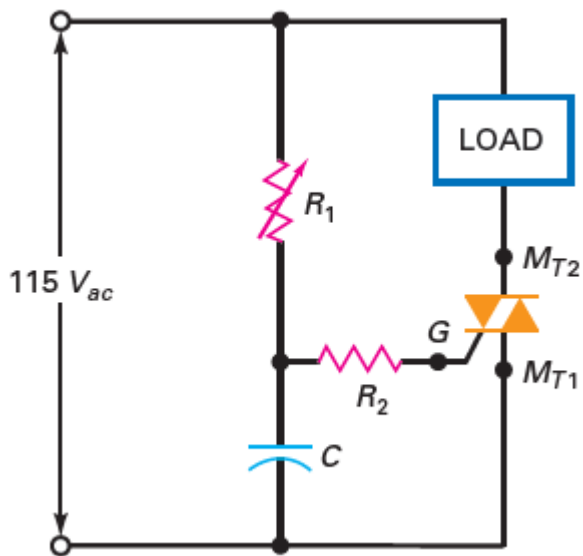


# Приложения – регулиране на мощност

Фазово управление (phase control)



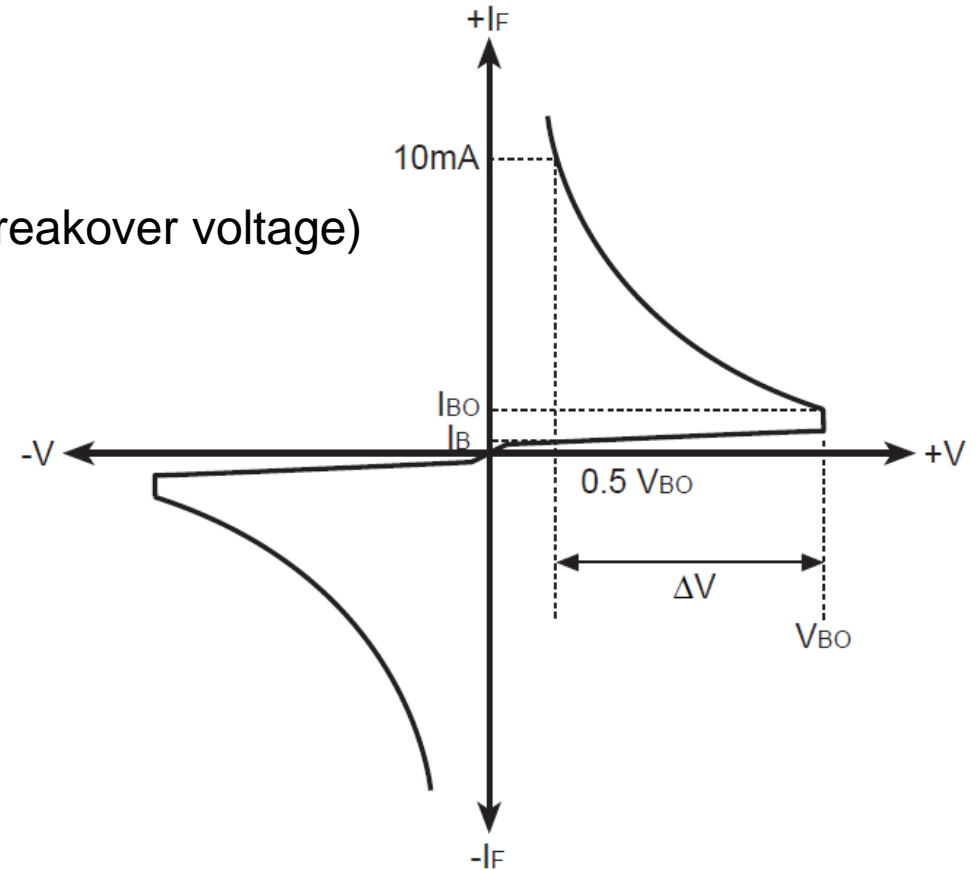
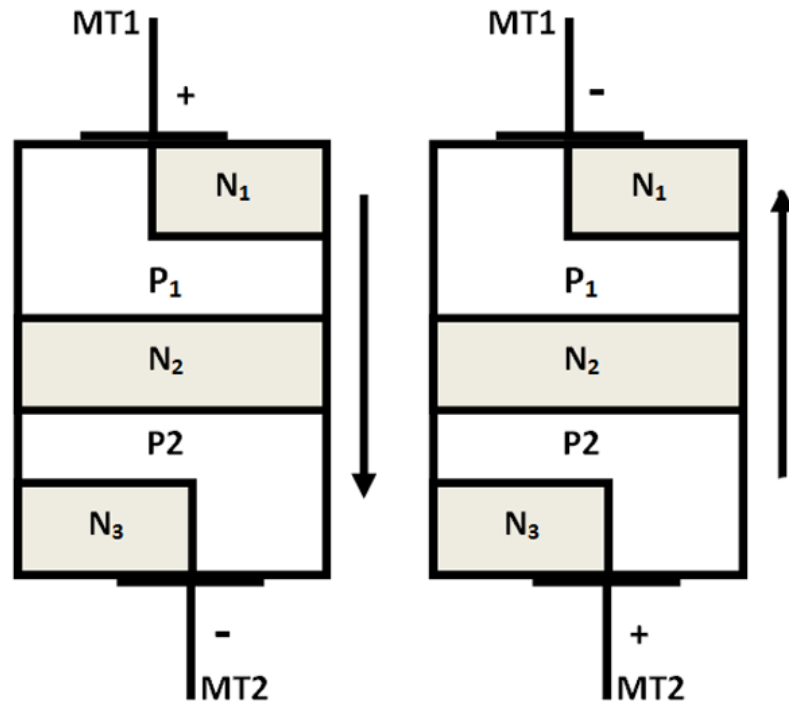
# Симетричен тиристор – триак (triac)



# Диак (diac)

Пропуска ток и в двете посоки.

Включва се при достигане на определено напрежение  $U_{bo}$  (breakover voltage)

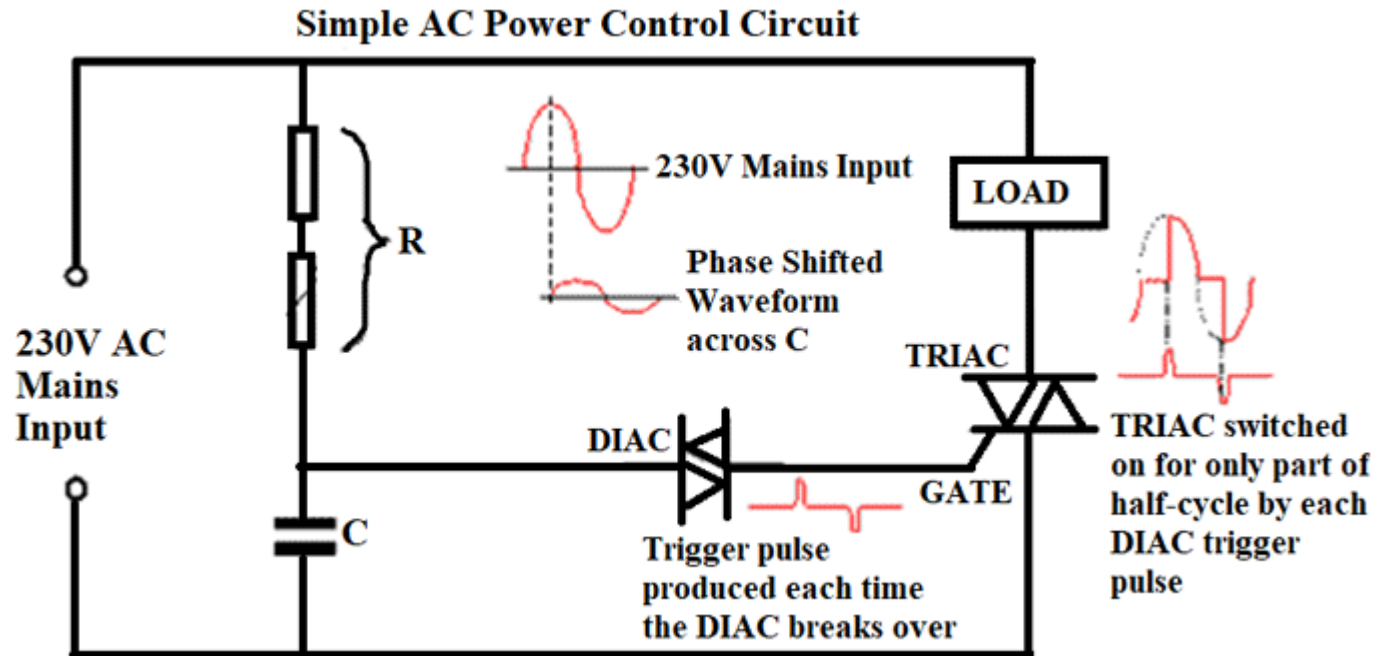




# Диак - приложение

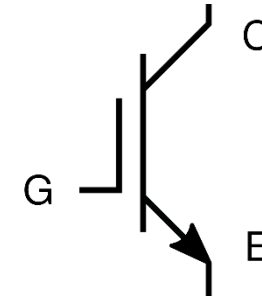
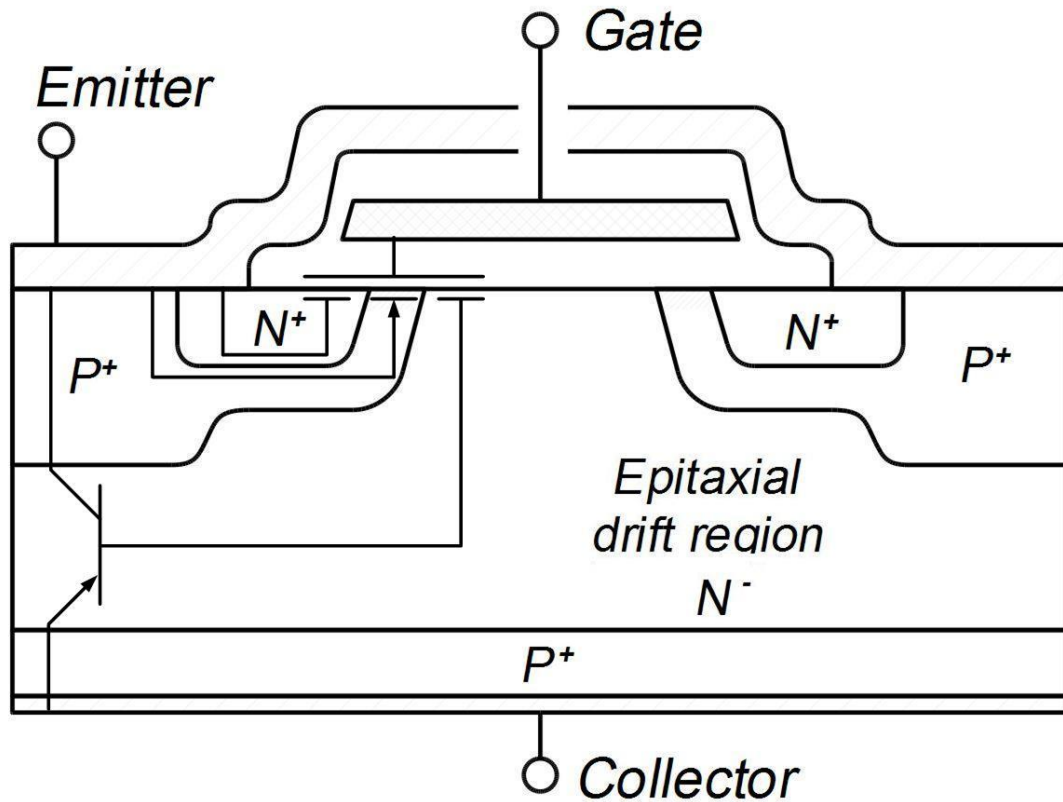
Изработва управляващ импулс за triac.

По-добрата симетричност на момента на отпушване (спрямо triac) намалява хармоничните смущения.



IGBT - insulated-gate bipolar transistor

# IGBT - insulated-gate bipolar transistor



От MOSFET:

Висок входен импеданс и малък входен капацитет.

От BJT:

Ниско съпротивление във включено състояние и способност да управлява големи токове.

**Може да бъде изключен чрез гейта.**

# IGBT comparison table

Device characteristic	Power BJT	Power MOSFET	IGBT
Voltage rating	High <1 kV	High <1 kV	Very high >1 kV
Current rating	High <500 A	Low <200 A	High >500 A
Input drive	Current ratio $h_{FE} \sim 20\text{--}200$	Voltage $V_{GS} \sim 3\text{--}10\text{ V}$	Voltage $V_{GE} \sim 4\text{--}8\text{ V}$
Input impedance	Low	High	High
Output impedance	Low	Medium	Low
Switching speed	Slow ( $\mu\text{s}$ )	Fast (ns)	Medium
Cost	Low	Medium	High