**Първият транзистор** (с точков контакт) е открит в AT&T Bell Laboratories

***Откриване на транзистора***

**Откриватели**: William Shockley, Walter Brittain, и John Bardeen – носители на Нобелова награда по физика 1956

Полупроводникови елементи

2014-01-30 1

2014-01-30 1

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

***Биполярни транзистори***

стр. 2 от ...

2014-01-30 1

2014-01-30 1

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

стр. 1 от ...

2014-01-30 1

2014-01-30 1

висока надеждност. Тези предимства позволяват миниатюризацията на сложни схеми и проправят път на развитие на микроелектрониката.

Биполярните транзистори заместват вакуумните електронни лампи. Техни основни предимства са:

Транзисторът е **активен** полупроводников елемент. Той позволява с много **малък входен сигнал** да се управлява значително **по-голям по амплитуда и мощност изходен сигнал.**

Биполярният транзистор е полупроводников елемент, предназначен за **усилване**, **управление** и **генериране** на електрически сигнали.

твърдо тяло и малки размери

ниско топлинно излъчване

относително ниска консумирана мощност

***Основни свойства***

2014-01-30 2

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

***Предимства***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

стр. 3 от ...

стр. 4 от ...

2014-01-30 2

2014-01-30 2

2014-01-30 2

2014-01-30 2

Транзисторите се използват широко в електронно оборудване в области от джобни калкулатори до промишлени роботи и комуникационни спътници. В допълнение към приложението им като усилватели, те са основни компоненти в осцилаторите, цифровите и аналогови схеми.

Разглеждат се структурата, принципът на действие, характеристиките и параметрите на биполярните транзистори.

След изучаване на материала вие би трябвало да:

2014-01-30 3

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

стр. 6 от ...

2014-01-30 3

2014-01-30 3

**Познавате**

Видовете транзистори и тяхната структура

Схеми на включване на биполярния транзистор

Режими на работа, характеристики и параметри

2014-01-30 3

2014-01-30 3

**Разбирате**

Принципът на действие на транзистора

Процесите, протичащи в областите на транзистора

Значението на максимално допустимите параметри и областта за безопасна работа

2014-01-30 3

2014-01-30 3

**Анализирате**

**Предпоставки:** полупроводников диод

***Цели и предпоставки***

***Приложения***

Връзката между токовете в транзистора

Токовете и напреженията в схеми с транзистори

2014-01-30 3

2014-01-30 3

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

стр. 5 от ...

2014-01-30 3

2014-01-30 3

Емитерен преход Колекторен преход

Биполяният транзистор има 3 области: **емитер**, **база**, и **колектор**;

Колектор

База

Емитер

Съществуват два типа транзистори - ***NPN*** и ***PNP***. Те имат един и същ принцип на действие, но се различават по поляритет на приложените напрежения на преходите и по посока на токовете.

Фигурата илюстрира схемните означения на транзисторите и връзката между електродите и структурата на транзистора. **Стрелката върху емитера показва посоката на тока** през елемента.

***Структура на транзистора***

***Типове и схемно означение***

**Емитерът** е силно легиран и инжектира токоносители

**Базата** управлява потока на токоносители. Тя е много тънка.

**Колекторът** събира токоносителите от базата.

2014-01-30 4

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

Емитер

*База*

Колектор

стр. 7 от ...

стр. 8 от ...

2014-01-30 4

2014-01-30 4

2014-01-30 4

2014-01-30 4

2014-01-30 4

2014-01-30 4

***Режими на работа на транзистора***

Според поляритета на напреженията, приложени към *pn* преходите, се различават четири режима на работа:

2014-01-30 5

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

стр. 10 от ...

2014-01-30 5

2014-01-30 5

Изход

В зависимост от това, кой от електродите в транзистора е **общ** между **входната**, и **изходната** верига се различават 3 схеми на свързване – обща база (ОБ), общ емитер (ОЕ) и общ колектор (ОК).

В схема **обща база,** базата е **обща** между входната и изходната вериги, докато в схема **общ емитер** емитерът е **общ** между входната и изходната вериги.

Вход Изход

Изход

Изход

2014-01-30 5

2014-01-30 5

2014-01-30 5

Вход

**Обща база**

**Общ емитер Общ колектор**

***Схеми на включване***

Вход

Вход

2014-01-30 5

2014-01-30 5

2014-01-30 5

**Активен-нормален режим** емитерен преход – право включване колекторен преход – обратно включване

**Режим на отсечка** емитерен преход – обратно включване колекторен преход – обратно включване

**Режим на насищане**

емитерен преход – право включване колекторен преход – право включване

**Инверсен-активен режим**

емитерен преход – обратно включване колекторен преход – право включване

E C

B B

Емитерен преход

Колекторен преход

Колекторен преход

Колекторен преход

2014-01-30 5

2014-01-30 5

2014-01-30 5

2014-01-30 5

2014-01-30 5

2014-01-30 5

2014-01-30 5

2014-01-30 5

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

стр. 9 от ...

2014-01-30 5

2014-01-30 5

***Схема обща база – активен режим***

Биполярният транзистор нормално е запушен. За да започне да провежда ток, трябва на двата PN прехода да се подадат постоянни напрежения. В **активен режим** емитерният преход се поляризира в права посока – т.е. минус на емитера спрямо базата (за *NPN* транзистор), а колекторният преход – в обратна (плюс на колектора спрямо базата).

За *PNP* транзистор, поляритетът на напреженията е противоположен.

2014-01-30 6

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

стр. 12 от ...

2014-01-30 6

2014-01-30 6

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

Принципът на действие на транзистора се основава на явленията, протичащи в два близко разположени и **взаимодействащи си** *PN* прехода.

Наименованието *"transistor"* произтича от "trans resistor“ – пренася ток от верига с ниско *R на* право включения емитерен преход към верига с много по-високото *R* на обратно включения колекторен преход*.*

***Принцип на действие***

стр. 11 от ...

2014-01-30 6

2014-01-30 6

Ако *VEE* е по-голям от потенциалната бариера на емитерния преход, започва явлението **инжекция**. Тък като емитерът е по-силно легиран от базата, инжекцията е едностранен процес и токът през прехода се състои **предимно от електрони**.

1< = *EnE II* γ Коефициент на инжекция

*InC InE IC*

Електроните, навлизайки в *P* базата, са неосновни токоносители там. Тъй като базата е много тънка, незначителен брой електрони **рекомбинират** с дупки в базата и **по-голяма част** от тях достигат до колекторния преход.

1< = *nEnC II* χ Коефициент на пренасяне

***Физически процеси в емитера***

2014-01-30 7

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

***Физически процеси в базата***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

стр. 13 от ...

стр. 14 от ...

2014-01-30 7

2014-01-30 7

2014-01-30 7

2014-01-30 7

*E nE nC nC C I IMIM MI I* α χγ χ = = = = *M* γχ α = *E C I I* α =

Коефициент на предаване по ток в схема ОБ

***Физически процеси в колектора***

Неосновните токоносители, достигнали до колектора, се **екстрахират** от обратно включения колекторен преход в областта на колектора и преминават в колекторната верига. Ако настъпи лавинен пробив те се умножават в прехода. При липса на пробив *М* = 1.

*I C* = *MI nC* **ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

***Колекторен ток***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

*InC InE IC*

*М* – коефициент на лавинно умножение

*InC InE IC*

стр. 15 от ...

стр. 16 от ...

2014-01-30 8

***Връзка между токовете в схема ОБ***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

**Емитерният ток** е **най-големият** ток, защото е източник на свободни електрони.

**Колекторният ток** е приблизително равен на емитерния, но **по-малък** от него.

**Базисният ток** е **най-малкият**. IB се измерва в микроампери.

В транзистора има три тока:

0 *I C* =α *II E* + *CB III E* = *C* + *B* =

- 0 ≈ *C*

< 1 *E E*α *II C CB I*

*I I*Уравнение на колекторния

ток в схема ОБ

***Токове в транзистора***

*InE InC IC*

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

стр. 17 от ...

стр. 18 от ...

2014-01-30 9

***Влияние на UCB – ефект на Early***

α = *Uf* )( *CB UfI C* = )( *CB r C* =

*dU dI*

*CCB* = ∆ ∆*U*

*ICCB*

≠ ∞ **ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

***Схема общ емитер***

0 0 0 ) ( *CB B C CB B C CB E C III III III* + + = + + = + = α α α α

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

*WB dc* )( *E B C*

*UCB α*

α = *Uf CB WB’ dc’ UCB dc W α III C* = α *E* + *CB* 0 + *U rCCB* Уравнение на колекторния ток в схема

ОБ с отчитане влиянието на *UCB*

μ *EC* = - *dU dUCBEB IE = const*

Принципът на действие на транзистора не зависи от схемата на включване.

*III C* = α *E* + *CB* 0 = α ( *III C* + *B* ) + *CB* 0 = α *III C* + α *B* + *CB* 0 *I C* )1( - α = α *II B* + *CB* 0 *I C* =

)1( - α

α*I B* + )1(

- 1 α *I CB* 0 β = 1 - α α*I C* =

β *I B* + )1( + β *I CB* 0

0 *CB E C II I* + =α *B C E III* + =

стр. 19 от ...

стр. 20 от ...

2014-01-30 10

***Връзка между токовете в схема ОЕ***

0 *CB E C II I* + =α *B C E III* + =

0 *I C* = β *I B* + )1( + β *I CB* Ако *IB=0, IC = ICE0 I CE* 0 = )1( + β *I CB* 0 *I C* = β *II B* + *CE* 0 = - 0 ≈ *C*

>> 1 *B B*β

*II C*

*CB I*

*I I*Отношението на колекторния към базисния ток се нарича **коефициент на усилване по ток** в схема ОЕ, и се означава като *βdc* или *hFE*.

*β = ?*

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

***Примери***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

*IC = ?*

*IE = ?*

стр. 21 от ...

стр. 22 от ...

2014-01-30 11

Коефициентът на усилване по ток в схема ОЕ е **много голям**, тъй като *IC* >> *IB*. За маломощни транзистори, *βdc* типично е от 100 до 300.

Малка промяна на базисния ток в транзистора предизвиква голямо увеличение на колекторния ток.

Транзисторът в схема ОЕ има голямо **усилване по ток**, голямо **усилване по напрежение** и следователно **голямо усилване по мощност**.

Коефициентът на усилване по ток *β* се променя в широки граници при изменение на колекторния ток, температурата и при смяна на транзистора.

Поради производствените толеранси, коефициентът на усилване по ток може да варира в диапазон 3:1 при замяна с транзистор от същия тип.

***Коефициент на усилване по ток***

2014-01-30 12

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

***Изменение на β***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

стр. 23 от ...

стр. 24 от ...

2014-01-30 12

2014-01-30 12

2014-01-30 12

2014-01-30 12

*BB BE BB RIUE* + =

*CC CC CE RIEU* - =

*C*

*IB IB = ?*

*UCE = ? PC = ? PC = ?*

***Токове и напрежения***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

***Примери***

*UE I B* =

*BB*

- *BE R*

*B*

*I C* =

*UE CC* - *R*

*CE III E* =

*C* + *B*

*UCE = ?*

*RC, RB = ?* така че *UCE = 7.5*V

стр. 25 от ...

стр. 26 от ...

2014-01-30 13

*Uin = UEB*

*Iout = Ic Iin = IE*

OE, *Uin* OB, OK

*Uout*

Съществува взаимна връзка между входните и изходни токове и напрежения в транзистора.

Фигурата илюстрира 4 фамилии *VA* характеристики. Най-важни са изходните и входни характеристики.

*Iin Iout*

Активен режим

*Uout = UCB*

*IE =* const Насищане

*IC = f* (*UCB*) *IE=* const

Отсечка (*IE* = 0, *IC* = *ICB0*)

*I C* = α *II E* + *CB* 0 + *U rCCB*

*α=f* (*IE*)

*r C* = *dU dI*

*CCB*

*IE =* const

***OБ – изходни характеристики***

***VA характеристики***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

*IUout = const in = const* Предавателни

Изходни характеристики

характеристики *Iin*

*Uout = const* Iin = const Входни

Характеристики на характеристики

обратна връзка по

*Uin*

напрежение

*Iout*

стр. 27 от ...

стр. 28 от ...

*Uout*

2014-01-30 14

*IIin = IE out = Ic Uin = UEB*

*Uout = UCB*

*Uout = UCE*

*Uin = UBE*

***ОЕ – изходни характеристики***

*IC*

Δ*UCE IB*

Насищане

Δ*IC*

IC = f (UCE)

*IB =* const

*I C* = β *II B* + *CE* 0

+ *U rCCE*

\* *β = f* (*IC*) *r*

*C* \* = *dU dI*

*CCE*

= 1

+ *r C*

β

***OБ – входни характеристики***

*IE = f* (*UEB*) *UCB=*const

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

*Er in* =

*dU dI*

*EEB*

= ∆ *U*

*EB* ∆*I*

Активен режим

Отсечка (*IB* = 0, *IC* = *ICE0*)

*UCB =* const

ΔIE

ΔUEB

стр. 29 от ...

стр. 30 от ...

2014-01-30 15

*IC*

*IB*

*Uout = UCE*

*Uin = UBE IB* = *f* (*UBE*) *UCE =* const

*ICE0 =* (*1+β*)*ICB0 β = f*(*T*)

Транзисторът в схема ОЕ е по-температурно зависим спрямо схема ОБ защото *ICE0* и β се увеличават по-бързо с температурата отколкото *ICB0* и α.

***ОЕ – входни характеристики***

***Влияние на температурата***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

*UCE=* 0V *UCE=* 5V

Δ*IB*

Δ*UBE*

*r in* =

*dU dI*

*BBE*

= ∆ ∆*U*

*IBE B*

стр. 31 от ...

стр. 32 от ...

2014-01-30 16

***Максимално допустими параметри***

**Максимално допустимите параметри** определят границите на токове, напрежения, мощности и други величини в транзистора, които не трябва да се надвишават, за да се гарантира надеждна експлоатация. Те се задават в каталозите от фирмите производители за всеки тип транзистор.

Тези параметри определят нивата, над които елементът се разрушава. Те не би трябвало дори да се доближават за всички режими на работа. В противен случай елементът може да не функционира нормално или да се съкрати срокът му за експлоатация.

***Максимална мощност***

*P* = *UCIC* Мощност, отделена в

колекторния преход

*P* = *TT* - Мощност, разсеяна

в околната среда

*th*

*th*

*Ca R th*

Когато се отделя мощност в колекторния преход, По-голяма температурата мощност – по-висока му *TC* се повишава.

температура.

*UI* =

*TT CR* - *a P C* max

= *T C* max *R*

- *T a* Отделената мощност трябва винаги да е по- малка случай от елементът max допустимата се разрушава.

*P*Cmax. В противен

**Max температура на прехода** *TC*max < *Ti*, където *n* = *p* = *ni*

**Max мощност в колектора** *PCmax*

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

стр. 33 от ...

стр. 34 от ...

2014-01-30 17

Отделената в прехода топлина се отвежда през корпуса на транзистора.

Биполярните транзистори се срещат с пластмасови или метални корпуси според разсейваната от тях мощност.

Средномощните транзистори имат метална плоча до корпуса си. При мощните корпусът е метален за по-бързото разсейване на топлината.

***Топлинно съпротивление***

**Топлинното** топлината от **съпротивление** транзистора и се *R*измерва *th* показва в *RRR th* = *th jc* + *th ca R th ca* >> *R th jc RRRR th* =

*th jc* + *th ch* + *th ha* ефективността при *K*/*W* или в o*С*/*W* .

отделяне на

Колкото **по-малко е топлинното съпротивление** толкова **по-голяма** е максимално допустимата мощност**.**

*P* max = *T* max - *T* Преход- корпус

*C a C R*

Радиатор

Корпус-

Радиатор- радиатор

околна среда

***Отвеждане на топлината***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

*th*

стр. 35 от ...

стр. 36 от ...

2014-01-30 18

**Максималният колекторен ток** *IC*max показва максималният ток, който може да протече през транзистора без да се надвиши *PC*max*.*

0 *CE BR U*

0 *CB BR U*

***Максимален колекторен ток***

***Пробиви в транзистора***

представлява напрежението между емитера и колектора, при отворена база. Това е пробивното напрежение в схема ОЕ.

представлява напрежението между колектора и база, при отворен емитер. Това е пробивното напрежение в схема ОЕ.

0 0 0 *EB CE CB BR BR BR U U U* >> >

*T IU* max = *P* max = *T* max - *C a CCE C R*

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

*th*

стр. 37 от ...

стр. 38 от ...

2014-01-30 19

***ICmax***

***PCmax*** Ограничение за ***ОБР***

вторичен пробив

***UCmax< UBR***

Ако работната точка е избрана в областта на безопасна работа (ОБР), това гарантира, че по време на експлоатация няма да се надвишат максимално- допустимите параметри.

Т2 > Т1

***ICmax***

***PCmax*** Ограничение за ***ОБР***

вторичен пробив

***UCmax< UBR***

С увеличаване на температурата границите на областта на безопасна работа се снижават.

***Област на безопасна работа***

***Влияние на температурата***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

стр. 39 от ...

стр. 40 от ...

2014-01-30 20

„ОL” При изправен диод показанието е 0,5 – 0,9 V.

означава отворена верига Право включване Обратно включване Съпротивлението на PN преходите може да се провери с омметър – трябва да е малко при право включване и голямо при обратно. При тестване на транзистор този подход се използва за всеки от двата PN прехода.

***Тестване на транзистора***

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042 *„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”*** Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз ***Инвестира във вашето бъдеще!***

стр. 41 от ...

2014-01-30 21