

每日頭條

首頁 健康 娛樂 時尚 遊戲 3C 親子 文化 歷史 動漫 星座 健身 家居 情感

1秒看出電路放大倍數？電晶體放大電路設計，參數選擇就這麼簡單

2019-11-17 由 通信M班長 發表于教育

找不到想看的？搜尋看看！

九成正妹忍不住想約X的曖昧話術

廣告 戀愛診療室

GMP國家認證，深V炸出圓潤飽滿

廣告 人壽製藥-丰盈魅麗

林志玲再傳被家暴離婚，孩子是硬...

kknews.cc

讓孩子在遊戲中愛上學習

廣告 聰明象蒙氏教學系統

國際版「爺孫戀」宣告離婚！結婚三...

kknews.cc

《哆啦A夢》這一畫解釋了靜香是怎麼...

kknews.cc

鼻子最容易擠出的「白色條狀物」，它...

kknews.cc

哆啦A夢主角長大後，靜香還是那樣...

kknews.cc

11張眼力測試圖：據說智商140以上的...

kknews.cc

手指出現這4種症狀，表明身體毒素已經...

kknews.cc

鼻子擠出「粒」，說明

kknews.cc

俄羅斯美女中國，婚後

kknews.cc

蕭亞軒身孕近三個月，

kknews.cc

在電子電路識圖的過程中，是不是已經習慣了IC組合，OP放大器了？或者對於元件器的選擇一知半解。看著都懂，但讓自己設計一個，無從下手。

← Google 提供的廣告

不再顯示這則廣告

為什麼會顯示這則廣告？

其實這些問題的存在，很大一部分原因是因為基本、經典電路沒有「玩」透。

就像本文說的「電晶體共射極放大電路」，很多同學之前認為其很簡單，一看而過，但其實裡面涉及內容方方面面，非常值得深究。

在所有的研究生入學考試中，如果考模電，這道題基本必考，難易程度可以簡單，也可以巨難，可見其重要性！

本文將介紹電晶體放大電路的基本分析方法與仿真，供大家參考。

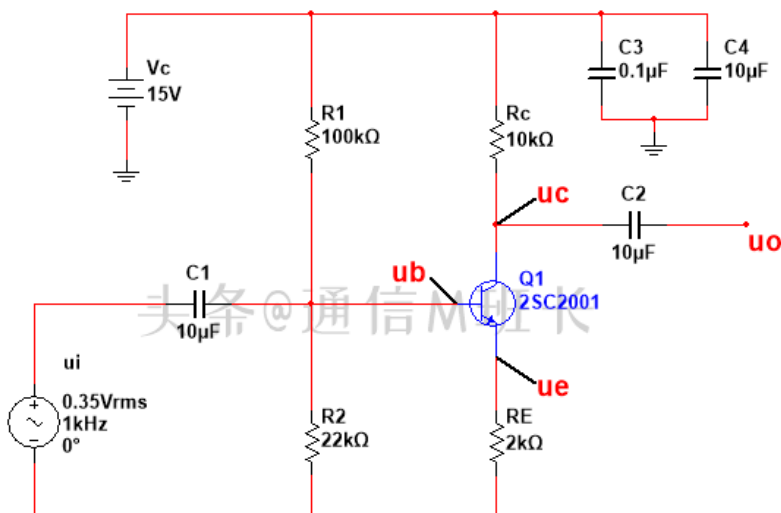




圖1 電晶體放大電路，共射極放大電路

本文沒有用常見的「圖解法」和「等效電路」方法。因為：

- 1. 關於「等效電路」法，我個人觀點認為完全沒有必要。因為電晶體和其他元器件一樣，我們大家就要像熟悉電阻電容一樣的去熟悉。等效電路，反而搞得複雜化。
- 2. 關於「圖解法」，我個人觀點認為有些必要，因為它涉及了靜態分析。

← Google 提供的廣告

不再顯示這則廣告

為什麼會顯示這則廣告？

時過境遷，現在每寫一遍都能回憶起大學課堂上那種懵懂的感覺。

共射極放大電路圖

電路基本參數為：

$V_c=15V$ 為直流電源，Q1 2SC2001是NPN型雙極性電晶體，基級B端電壓為 u_b ，發射極E端電壓為 u_e ，集電極C端電壓為 u_c ，輸出電壓 u_o ；

輸入電壓 u_i ，正弦波，頻率1kHz，有效值 $V_{rms}=0.35V$ ，峰峰值 $V_{p-p}=1V$ ；

(本文中交流值用小寫字母表示，直流值、有效值用大寫字母表示)

電阻 $R_1=100k\Omega$ ， $R_2=22k\Omega$ ，發射極電阻 $R_e=2k\Omega$ ，集電極電阻 $R_c=10k\Omega$ 。

其中四個電容C1、C2、C3、C4看著比較令人「頭疼」，但我們現在只需知道「隔直通交」的作用就夠了。

電路圖1中，有直流電源 V_c 作用於三極體Q1，也有交流電源 u_i 輸入，如果「裹雜」在一起分析，必然會比較困難，所以一般的分析過程，就是「逐個看」：

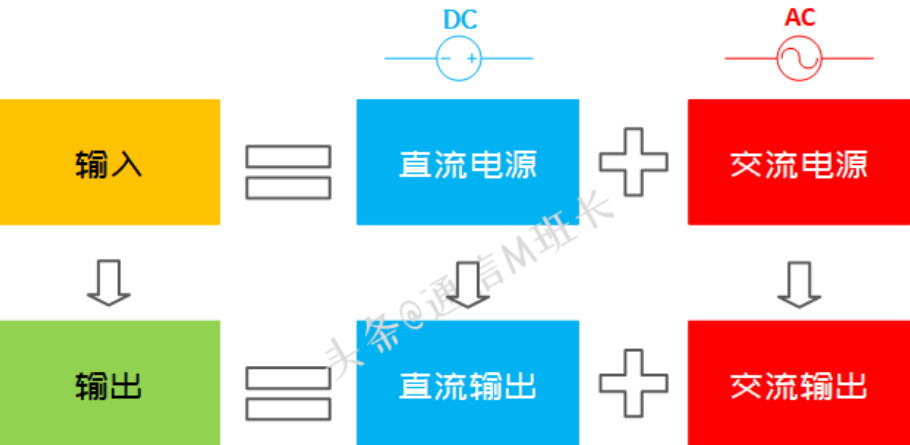


圖2 疊加原理分析電路



Google 提供的廣告

不再顯示這則廣告

為什麼會顯示這則廣告？

直流分析

此時，我們就認為交流電源 u_i 不存在， $u_i=0$ 。

(教材中通常認為其短路，就是把電壓源 u_i 改成一條導線)

那麼Q1三極體基級B端的電位，就是電阻 R_1 和 R_2 對電源電壓 V_c 分壓後的電位，公式(1)。

$$U_B = \frac{R_2}{R_2 + R_1} V_c \Rightarrow (1); U_E = U_B - U_{BE} = U_B - 0.6 \Rightarrow (2)$$

注意，直流無法通過電容 C_1 。

發射極的直流電位 U_E ，它比 U_B 低了一個基級-發射極間電壓 U_{BE} ，設 $U_{BE}=0.6V$ ，見公式(2)

發射極上流動的直流電流 I_E 為，公式(3)

$$I_E = \frac{U_E}{R_E} = \frac{U_B - 0.6}{R_E} \Rightarrow (3); U_c = U_c - I_c R_c = V_c - I_E R_c \Rightarrow (4)$$

集電極的直流電壓 U_C 為電源電壓 V_c (公式4中寫成 U_c 了，為筆誤)減去 R_C 的壓降，所以 U_C 見公式(4)



Google 提供的廣告

不再顯示這則廣告

為什麼會顯示這則廣告？

公式(1)~(4)中，假設基級電流 I_B 為很小的值，所以可以忽略，即 $I_C=I_E$ 。

交流分析(交流增益)

由於直流電源 V_c 的存在，所以三極體 Q_1 的基級-發射極是在導通狀態下(交流電阻為0)。也就是說基級端子的交流電位 u_i 直接地出現在發射極，因此，由交流輸入電壓 u_i 引起的 i_e 的交流變化部分 Δi_e ，見公式(5)

$$\Delta i_e = \frac{u_i}{R_E} \Rightarrow (5); \Delta u_c = \Delta i_c \cdot R_C = \Delta i_e \cdot R_C = \frac{u_i}{R_E} \cdot R_C \Rightarrow (6)$$

令集電極電流的交流變化部分為 Δi_c ，則 u_c 的交流變化部分 Δu_c ，集電極電流等於發射極電流，見公式(6)

$$u_o = \Delta u_c = \frac{u_i}{R_E} \cdot R_C \Rightarrow (7); A_u = \frac{u_o}{u_i} = \frac{R_C}{R_E} \Rightarrow (8)$$

← Google 提供的廣告

不再顯示這則廣告

為什麼會顯示這則廣告？

另一方面，因電容 C_2 將 u_c 的直流成分截去，故交流輸出信號 u_o 即為 Δu_c 的本身，見公式(7)。

該電路的交流電壓放大倍數 A_u 見公式(8)

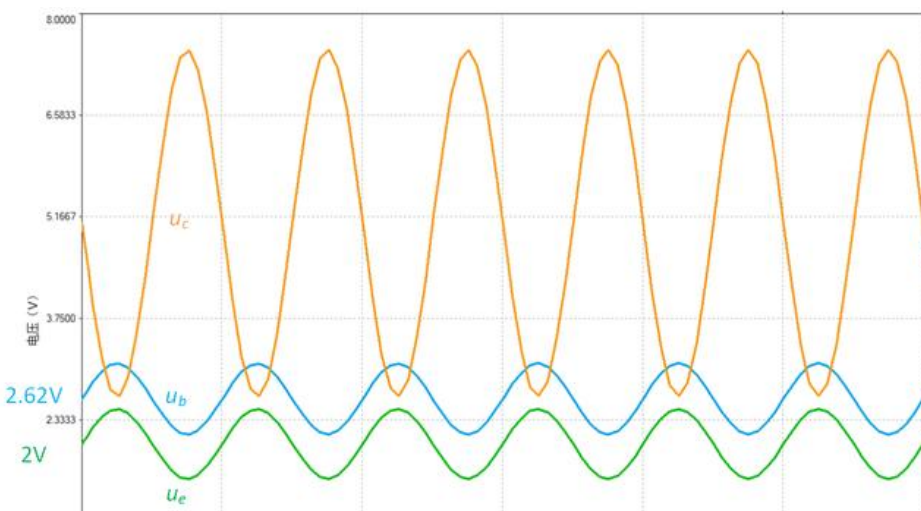
放大倍數 A_u 與電晶體的直流電放大係數 h_{FE} 無關，而是由 R_C 和 R_E 之比來決定的（認為基級電流為0，所以與 h_{FE} 無關；嚴格來說是有關係的）

隨著 R_E 的增大，放大倍數 A_u 減小，所以可以認為電路中 R_E 是一種負反饋，叫它負反饋電阻。

這樣一來，是不是可以像標題中說的，1秒判斷出放大電路的放大倍數呢？

波形分析

看圖3。



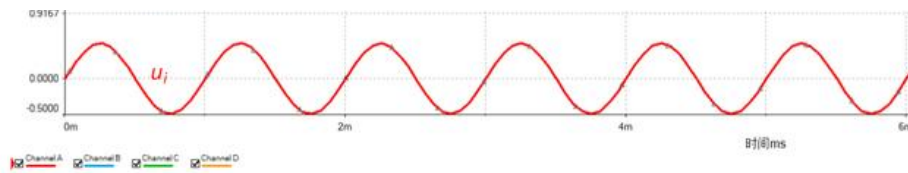


圖3 共射極放大電路的波形曲線

最下面紅色的曲線為 u_i ，有效值為 $0.35V$ ，峰-峰值(最大值與最小值之間)電壓 $V_{p-p}=1V$ 。

中間的藍色曲線為 u_b ，它以直流電壓 $2.62V$ 為軸，作正弦變化，波形與 u_i 一致。



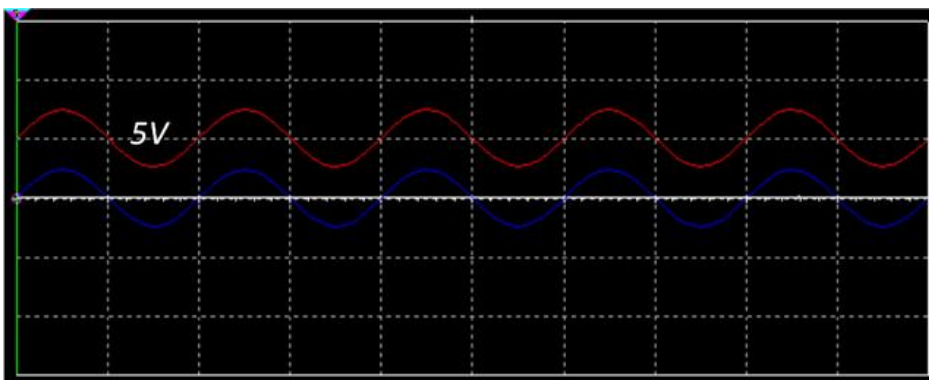
為什麼是 $2.6V$ 呢？

上一段我們說過了直流靜態分析，因為直流電源 V_c 的存在，所以根據公式(1) $U_B=2.6V$ 。 u_b 的波形是在交流成分上疊加 $2.6V$ 的直流電壓的波形。該直流電壓稱為直流偏置電壓，產生偏置電壓的電路(R_1 和 R_2)，稱為偏置電路。

中間的綠色曲線為 u_e ，它相比於 u_b ，比 u_b 低了 $0.6V$ (為什麼低了 $0.6V$ 呢，請自行思考哦)，即在 $+2V$ 上疊加了同樣的交流信號，波動幅度為 $0.5V$ 。

最上面的曲線為 u_c ，很明顯它的相位與輸入電壓 u_i 相反。當電流 i_e 增加時候，集電極電流 i_c 同樣增加，此時電阻 R_C 兩端的電壓就會增大，那麼集電極 C 端的電壓 u_c 就會減少。 R_C 的壓降減少，則 u_c 就會增加。

因此， u_i 和 u_c 的相位是反相位的。

圖4 輸出電壓 u_o 和集電極 C 端電壓 u_c



Google 提供的廣告

不再顯示這則廣告

為什麼會顯示這則廣告？

圖4中紅色曲線為 u_c ，藍色曲線為輸出電壓 u_o 。

由此可知，電容 C_2 將 u_c 的直流成分(此時為5V)截去，僅將交流成分作為輸出信號取出(C_2 和 C_1 一樣是耦合電容)

為什麼是5V，請參照直流分析部分，自行計算哦，很簡單。

為什麼 I_B 我們看作為0？

圖5中，中間的P區我們稱之為基區，它很薄且雜質濃度很低；位於上層的N區是發射區，摻雜濃度很高；位於下層的N區是集電區，面積很大。

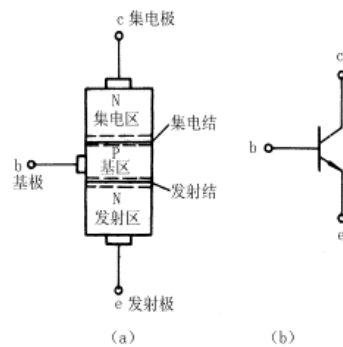


图 5-1

圖5 三極體示意圖

電晶體的外特性與三個區域的特點緊密相關。

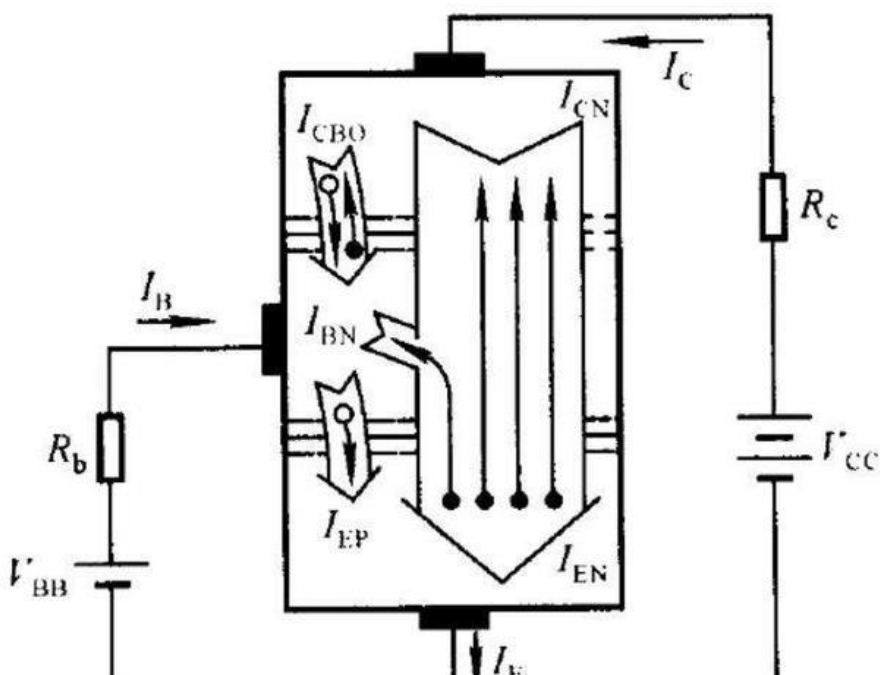




圖6 三極體的工作原理

由於基區很薄，雜質濃度很低，集電極又加了反向電壓，所以擴散到基區的電子中只有極少部分與空穴複合，其餘部分均作為基區的非平衡少子達到集電結。又由於電源 V_{bb} 的作用，電子與空穴的複合運動將源源不斷地進行，形成基級電流 I_B 。

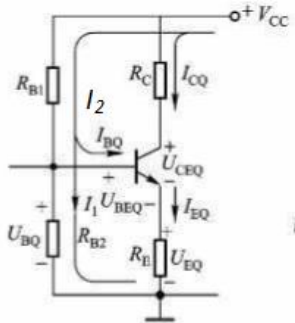


圖7 電路的直流電路

而在實際的電路中，如圖1，此時沒有 V_{bb} 的存在，所以 I_B 很小。

再者，觀察圖7，它是共射極放大電路的直流通路，其中 $I_2 = I_{BQ} + I_1$ ，通常選取合適的 R_1 、 R_2 和 V_c ，使得 $I_1 \gg I_{BQ}$

因此 $I_2 = I_1$ ， I_{BQ} 認為為0。

總結

在放大電路的設計過程中，首先要確立電路的目標，即這個電路要達到什麼樣的性能？通常包括：電壓增益，最大輸出電壓，頻率特性，輸入輸出阻抗，「四大」物理量。

電源電壓 V_c ，電晶體選擇，確定發射極電流， R_C 和 R_E 確定，偏置電路設計，耦合電容 C_1 和 C_2 設計，電源去耦電容 C_3 和 C_4 設計，輸入阻抗輸出阻抗，放大倍數與頻率特性。

沒錯以上都是需要考慮的。

這些內容，我會在後續的文章中陸續提及。

這是一個不斷成長的過程：能力金字塔提升就從一個個元器件的設計開始，逐漸向上。

看到這裡，幫班長點個讚吧！歡迎在評論區留言討論！

 點我分享到Facebook

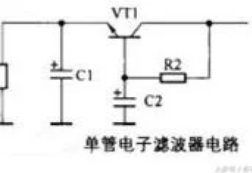
←

Google 提供的廣告

不再顯示這則廣告

為什麼會顯示這則廣告？

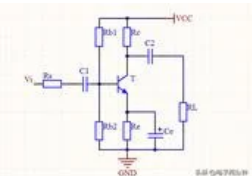
相關文章



電路識圖20-電子濾波器電路原理分析

2017-10-30

要使三極體正常工作就必須給它建立直流電路，電子濾波器中使用了三極體，電子濾波器中的三極體也要有相應的直流電路。

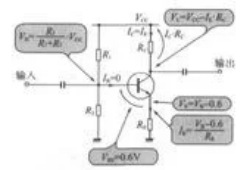


由三極體組成的三種基本組態放大電路，電壓的放大倍數怎麼算？

2019-04-08

學過模電的朋友應該對三極體或者場效應管的放大電路不會感到陌生吧。因為如果發射極不加電阻，完全可以認為發射極上的電阻為零，

先來看一下共射放大電路原理圖，看看長什麼樣。

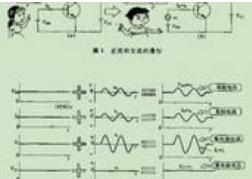


電路設計基礎--如何擴展共射級放大電路的幅頻特性

2018-03-07

下面我們將主要討論共射級放大電路放大電路就是把小信號放大為大信號。如下圖所示，電晶體有三個端子，分別是集電極、基極、發射

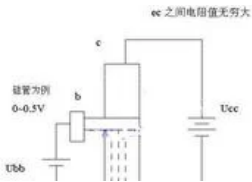
極。



放大電路的基本原理

2018-03-07

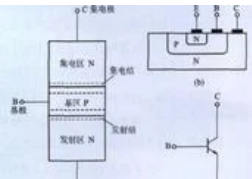
直流電路中，基極電流+集電極電流=發射極電流，通過基極電流的微小電壓來控制集電極電壓。如何獲得交流電壓呢，看下圖，加入一個電阻：如上圖，可以這樣計算輸出電壓。



三極體的工作原理

2018-03-19

晶體三極體具有電流放大作用，其實質是三極體能以基極電流微小的變化量來控制集電極電流較大的變化量。如果我們將一個變化的小信號加到基極跟發射極之間，這就會引起基極電流Ib的變化，Ib的變化被放大後，導致了Ic很大的變化。



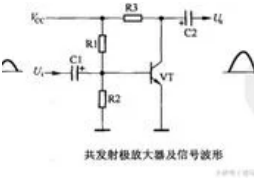
基礎元件介紹——晶體三極體

2019-11-01

晶體三極體，是半導體基本元器件之一，具有電流放大作用，是電子電路的核心元件。三極體是在一塊半導體基片上製作兩個相距很近的PN結，兩個PN結把整塊半導體分成三部分，中間部分是基區，兩側部分是發射區和集電區，排列方式有PNP和NPN兩種。

三極體飽和及深度飽和狀態的理解和判斷！

Parameter	Symbol	Unit	Typical Value	Min. Value	Max. Value
直流電壓 - 集電極對地電壓	V_{CEQ}	V	10.0	0.0	15.0
交流電壓 - 集電極對地電壓	V_{CEQ}	V	10.0	0.0	15.0
直流電壓 - 基極對地電壓	V_{BEQ}	V	0.7	0.0	1.5
交流電壓 - 基極對地電壓	V_{BEQ}	V	0.7	0.0	1.5
直流電壓 - 射極對地電壓	V_{EQ}	V	0.0	0.0	0.0
交流電壓 - 射極對地電壓	V_{EQ}	V	0.0	0.0	0.0
直流電壓 - 集電極對射極電壓	V_{CEQ}	V	10.0	0.0	15.0
交流電壓 - 集電極對射極電壓	V_{CEQ}	V	10.0	0.0	15.0
直流電壓 - 基極對射極電壓	V_{BEQ}	V	0.7	0.0	1.5
交流電壓 - 基極對射極電壓	V_{BEQ}	V	0.7	0.0	1.5
直流電壓 - 射極對集電極電壓	V_{EQ}	V	0.0	0.0	0.0
交流電壓 - 射極對集電極電壓	V_{EQ}	V	0.0	0.0	0.0
Power Dissipation	P_D	W	0.1	0.0	0.1
Power Dissipation	P_D	W	0.1	0.0	0.1



共发射极放大器及信号波形

2018-12-20

根據 $I_b \cdot \beta = I_c$ 算出的 I_b 值，只是使電晶體進入了初始飽和狀態，實際上應該取該值的數倍以上，才能達到真正的飽和；倍數越大，飽和程度就越深。

電路識圖13-三極體放大電路識圖

2017-10-27

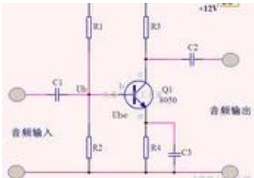
三極體放大電路包括三極體單級放大電路、三極體雙級放大電路、負反饋型三極體放大電路。熟悉這些放大電路的構成和功能，並且掌握它們的工作原理，是進行整機電路識圖的基礎。一、三極體單級放大電路識圖三極體單級放大電路在電子電路中是應用最多的單元電路。



什麼是偏置電路？為什麼需要偏置電路？

2017-03-22

什麼是偏置電路？電晶體構成的放大器要做到不失真地將信號電壓放大，就必須保證電晶體的發射結正偏、集電結反偏。即應該設置它的工作點。所謂工作點就是通過外部電路的設置使電晶體的基極、發射極和集電極處於所要求的電位（可根據計算獲得）。這些外部電路就稱為偏置電路。我們為什麼需要偏置電路？



三極體放大電路穩定工作原理解說，通俗易懂，三極體運用基礎入門

2018-05-16

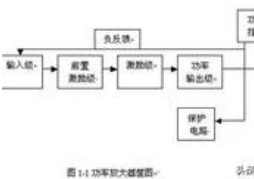
放大電路在電工電子電路中隨處可見，因此掌握放大電路基礎是必要的。電流負反饋偏置電路放大電路中，通常使用的是電流負反饋偏置電路，本文主要講解偏置電路穩定工作原理。



10天電子入門-綜合電路

2019-04-01

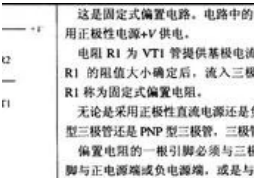
數字邏輯符號11.純電阻電路11-1以下電路是純電阻電路：由12V交流電源、開關、電阻、燈泡組成。當開關斷開狀態此電路中沒有電流，所以燈泡不會亮。



詳解晶體三極體放大電路

2019-01-17

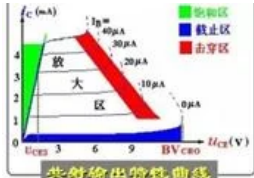
由於基區很薄，加上集電結的反偏，注入基區的電子大部分越過集電結進入集電區而形成集電極電流 I_c ，只剩下很少的電子在基區的空穴進行複合，被複合掉的基區空穴由基極電源 E_b 重新補給，從而形成了基極電流 I_b 。根據電流連續性原理得： $I_e = I_b + I_c$ 這就是說，在基極補充一個很小的 I_b ，



三極體偏置電路工作原理-固定式、分壓式、集電極-基極負反饋式

2017-09-19

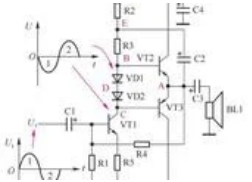
三極體集電極與發射極之間的直流電壓供給電路變化不多，但是基極直流電壓供給電路表換比較豐富，所以分析三極體各電極直流電壓供給電路，主要是進行基極電壓供給電路的分析，這一電路稱為基極偏置電路，簡稱偏置電路。



三極體的特性曲線

2018-09-06

三極體外部各極電壓和電流的關係曲線，稱為三極體的特性曲線，又稱伏安特性曲線。輸入特性曲線的數學表達式為： $I_B = f(U_{BE}) = \text{常數}$ GS0120由圖Z0119可以看出這簇曲線，有下面幾個特點： U_{CE} 由零開始逐漸增大時輸入特性曲線右移，而且當 U_{CE} 的數值增至較大時，各曲線幾乎重合。



詳解分立元器件OTL功率放大器電路

2018-07-12

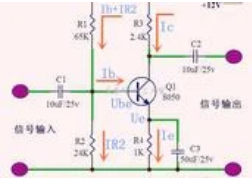
OTL功率放大器種類較多，這裡以OTL音頻功率放大器為例，詳細介紹這種放大器的工作原理。圖2-46分立元器件構成的OTL功率放大器電路中，VT1構成推動級放大器。



模擬電路檢測方法與技巧

2018-10-29

對於模擬電路的檢測，應重點測試直流電壓，交流電壓和直流電流，如果在檢測的過程中掌握一定的技巧將大大提高工作效率。



三極體放大電路基礎：偏置電路是如何計算確定的呢？乾貨分享

2018-05-18

三極體放大電路需要合理選擇偏置電路，才能建立正常的直流工作點，才能將微弱的交流信號在電路中疊加完成放大作用。

電子濾波和電子穩壓濾波

2018-08-23

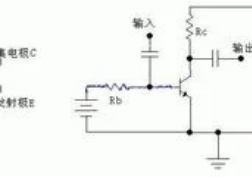
1.電子濾波器電路中的VT1是三極體，起到濾波管作用。12①電路中的VT1、R1、C1組成電子濾波器電路，這一電路相當於一隻容量為C1×β1大小電容器。



一個電路教會你設計NPN三極體放大電路

2015-06-01

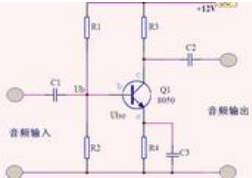
現在踏足到消費類電子，為了保持超高的性價比，在日常設計中經常用分離元器件。比如聲音功放，需要一個電壓和電流放大，兩個三極體幾個電阻電容完成。但是後端還需要DSP的處理了。別的不說，現在就分析下三極體設計的前前後後。



三極體放大電路基本原理舉例說明

2016-06-30

以NPN型矽三極體為例，我們把從基極B流至發射極E的電流叫做基極電流Ib;把從集電極C流至發射極E的電流叫做集電極電流Ic。這兩個電流的方向都是流出發射極的，所以發射極E上就用了一個箭頭來表示電流的方向。



三極體放大電路，偏置電路工作原理說，三極體電路設計基礎

2019-04-09

放大電路在電工電子電路中隨處可見，因此掌握放大電路基礎是必要的。相應基極電流Ib就會減小，集電極Ic增加被抑制，從而穩定集電極電流直流工作點，從而降低了溫度上升對電路的不良影響。