

Các mạch đa hài sử dụng BJTs

Định nghĩa:

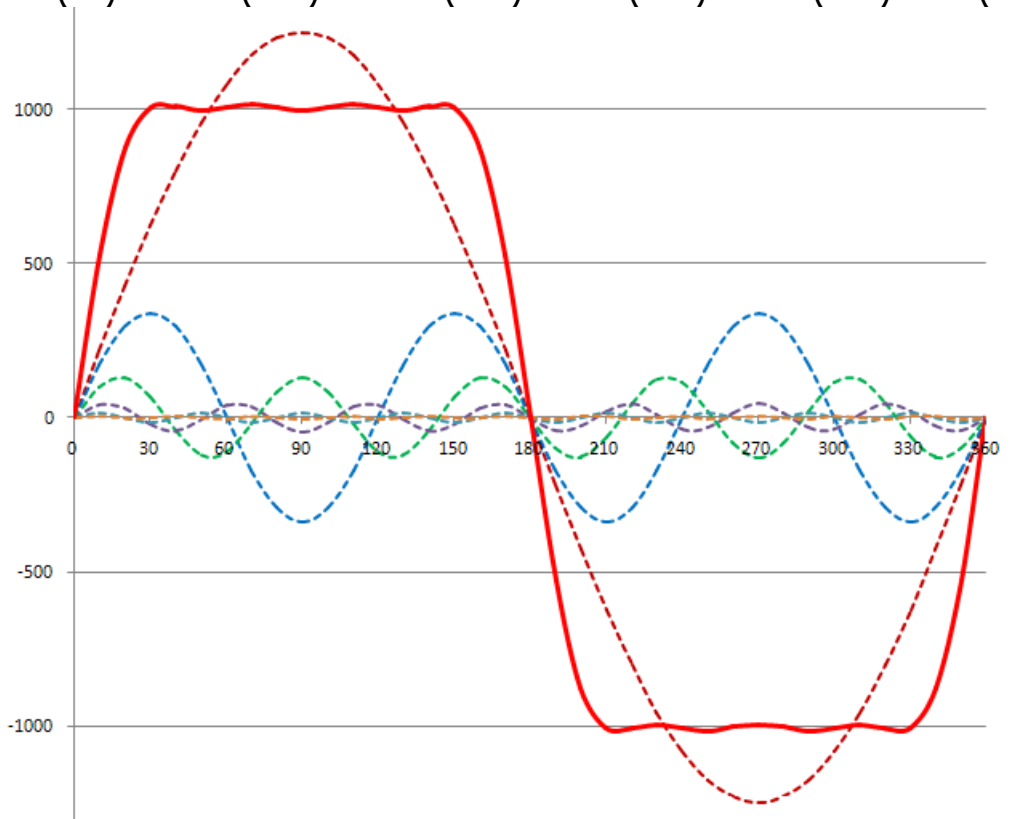
Mạch đa hài là các mạch hoạt động với các tín hiệu không sin. Từ những tín hiệu không sin này người ta sẽ phân tích thành các tín hiệu hình sin có tần số cơ bản và nhiều tần số khác có giá trị gấp n lần tần số cơ bản, còn gọi là họa tần, hay sóng hài.

Tuy nhiên mạch đa hài chủ yếu để nói đến các mạch có tín hiệu hình chữ nhật. Các sóng hình chữ nhật có thể phân tích thành một thành phần sin cơ bản và các hài bậc 3, 5, 7..., tức là các tần số có giá trị gấp 3, 5, 7 lần tần số cơ bản.

Thí dụ về phân tích tần số sóng chữ nhật:

Sóng chữ nhật có biên độ 1000 mV tần số lặp lại f có thể phân tích thành các sóng như sau:

$$U=1250\sin(\omega t)+340\sin(3\omega t)+130\sin(5\omega t)+45\sin(7\omega t)+15\sin(9\omega t)+5\sin(11\omega t)\dots$$



Các mạch đa hài sử dụng BJTs – Chế độ làm việc.

Thí dụ

Các mạch đa hài làm việc với sóng hình chữ nhật, nghĩa là nó chỉ làm việc ở 1 trong 2 trạng thái, đó là trạng thái cắt và trạng thái bão hòa.

Trạng thái cắt (hoặc tắt):

Một transistor làm việc ở trạng thái cắt (cut off) là transistor làm việc với dòng điện cực C = 0.

Muốn cho dòng điện cực C = 0 thì dòng điện cực B phải = 0, nghĩa là mạch phải không cung cấp dòng I_B cho cực B.

Để làm được việc này, điện áp U_{BE} phải gần = 0 hoặc nhỏ hơn 0 (phân cực ngược).

Trạng thái bão hòa:

Một transistor làm việc ở trạng thái bão hòa là transistor có dòng điện cực C tăng lớn nhất có thể được. Điện áp trên 2 đầu CE giảm xuống đến mức thấp nhất, thường từ 0,1V đến 0,2V.

Muốn cho dòng điện cực C tăng lên thì ta phải tăng dòng cực B lên. Và để bảo đảm transistor đi sâu vào bão hòa mà không bị ảnh hưởng bởi hệ số khuếch đại β , thường người ta tính toán tăng I_B lên từ 2 đến 3 lần mức cần thiết.

Thí dụ: điện áp nguồn 15V. Điện trở cực C 1 k Ω . Hệ số khuếch đại $\beta = 100$

$$I_{Cmax} = 15V/1000 = 15 \text{ mA.}$$

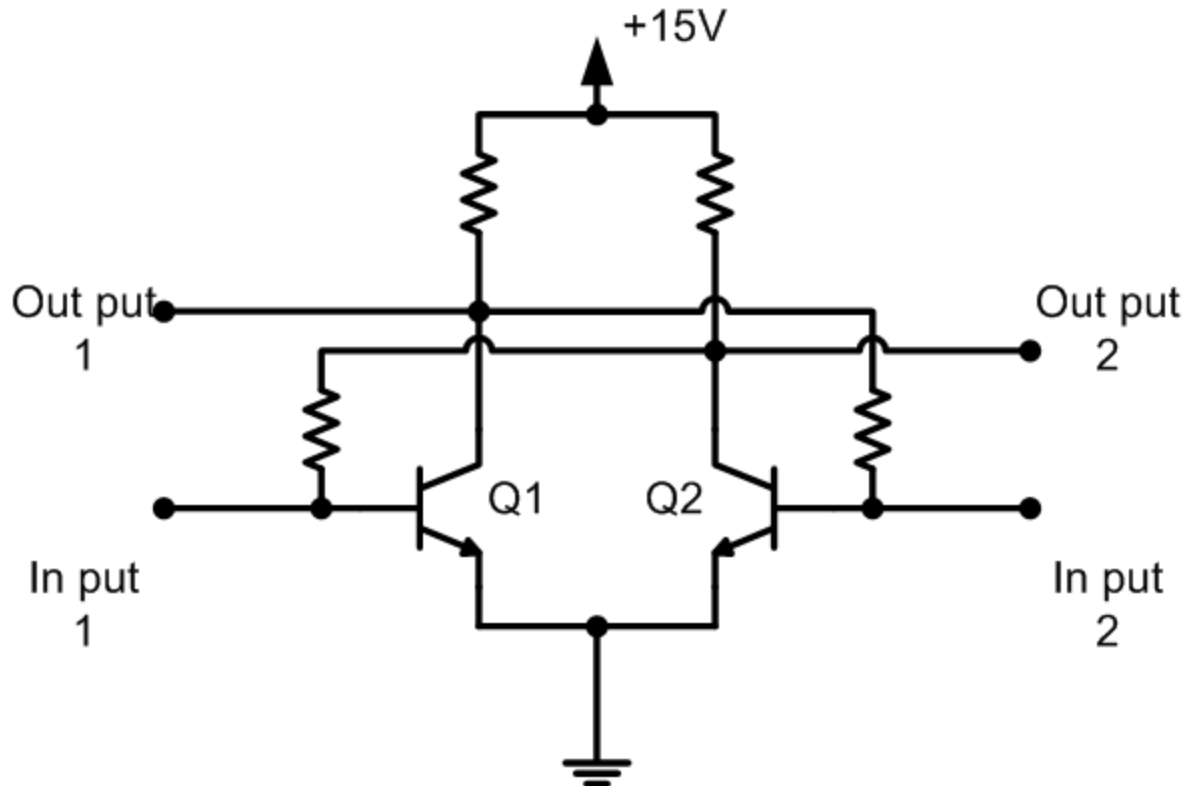
$$I_{Bmax} = 15 \text{ mA}/100 = 150 \mu \text{ A.}$$

$$\text{Chọn } I_B = 3 I_{Bmax} = 450 \mu \text{ A.}$$

Chế độ làm việc này của transistor ta gọi là chế độ làm việc lớp D

Các mạch đa hài sử dụng BJTs – Mạch đa hài ổn định.

Sơ đồ nguyên lý



Mạch đa hài ổn định là mạch đa hài có 2 trạng thái bền. Mạch gồm có 2 transistor.

Trạng thái bền thứ nhất là Q_1 cắt và Q_2 bão hòa.

Trạng thái bền thứ hai là Q_1 bão hòa và Q_2 cắt.

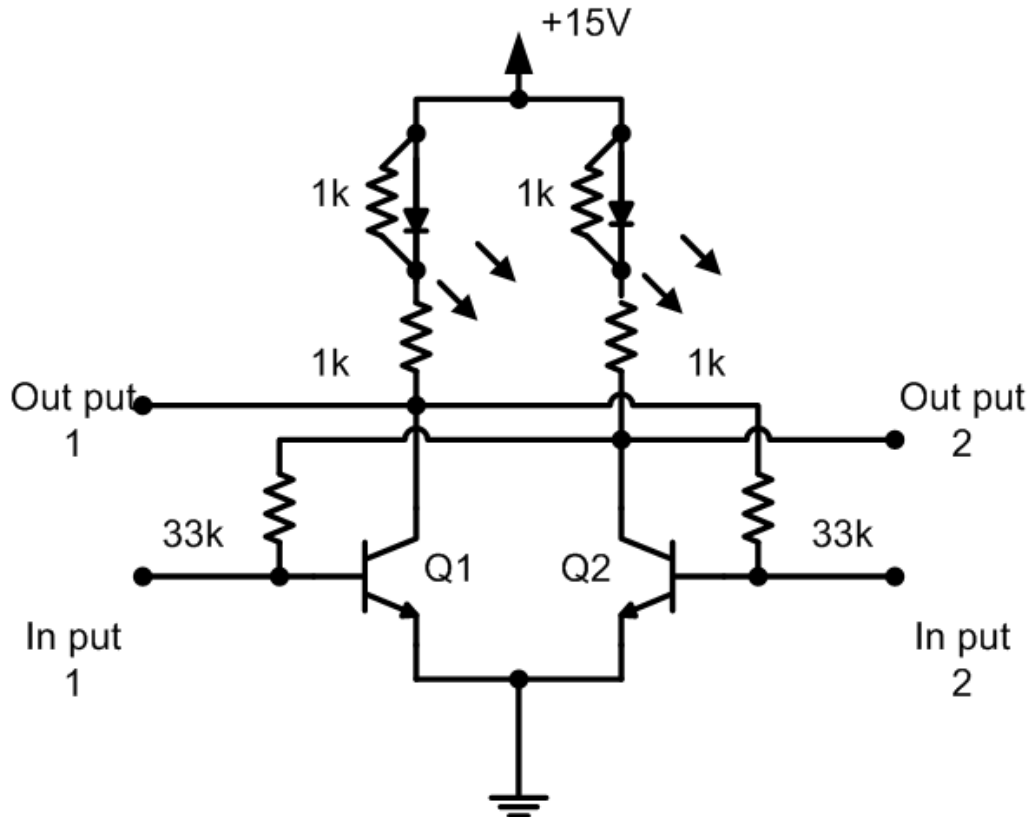
Giải thích hoạt động

- Giả sử khi mới đóng điện, 1 trong 2 transistor dẫn mạnh hơn transistor còn lại (Thí dụ Q_1 dẫn mạnh). Điện thế cực C của Q_1 sẽ giảm xuống, làm giảm dòng định thiên cho Q_2 .
- Dòng định thiên Q_2 giảm, dòng I_{C2} cũng giảm. Điện thế cực C của Q_2 tăng, làm tăng dòng định thiên cho Q_1 .

- Như vậy 2 transistor sẽ khóa lẫn nhau. Transistor nào dẫn mạnh sẽ nhanh chóng tiến đến bão hòa. Transistor nào dẫn yếu sẽ chuyển sang trạng thái cắt.
- Khi Q_1 đang dẫn, nếu ta cho dòng vào ngõ vào In put 1 thì Q_1 vẫn tiếp tục dẫn, và không thay đổi gì.
- Khi Q_2 đang cắt, nếu ta cho dòng vào In put 2, thì Q_2 sẽ chuyển sang dẫn. I_{C2} tăng lên, U_{C2} giảm xuống nên dòng định thiên I_{B1} cho Q_1 giảm. I_{C1} giảm xuống, U_{C1} tăng lên làm tăng dòng định thiên cho transistor Q_2 . Toàn hệ thống chuyển mạch. Q_2 từ cắt chuyển sang bão hòa. Q_1 từ bão hòa chuyển sang cắt.
- Cũng có thể làm cho mạch đa hài chuyển mạch bằng cách giảm dòng IB của transistor đang dẫn.
- Tuy nhiên nếu ta tác động đồng thời vào cả 2 transistor, thì cả 2 sẽ đồng thời dẫn, hoặc đồng thời tắt, nghĩa là đến một trạng thái không xác định. Trạng thái này gọi là trạng thái cấm.

Bài tập thực hành:

Lắp ráp mạch điện dưới đây.

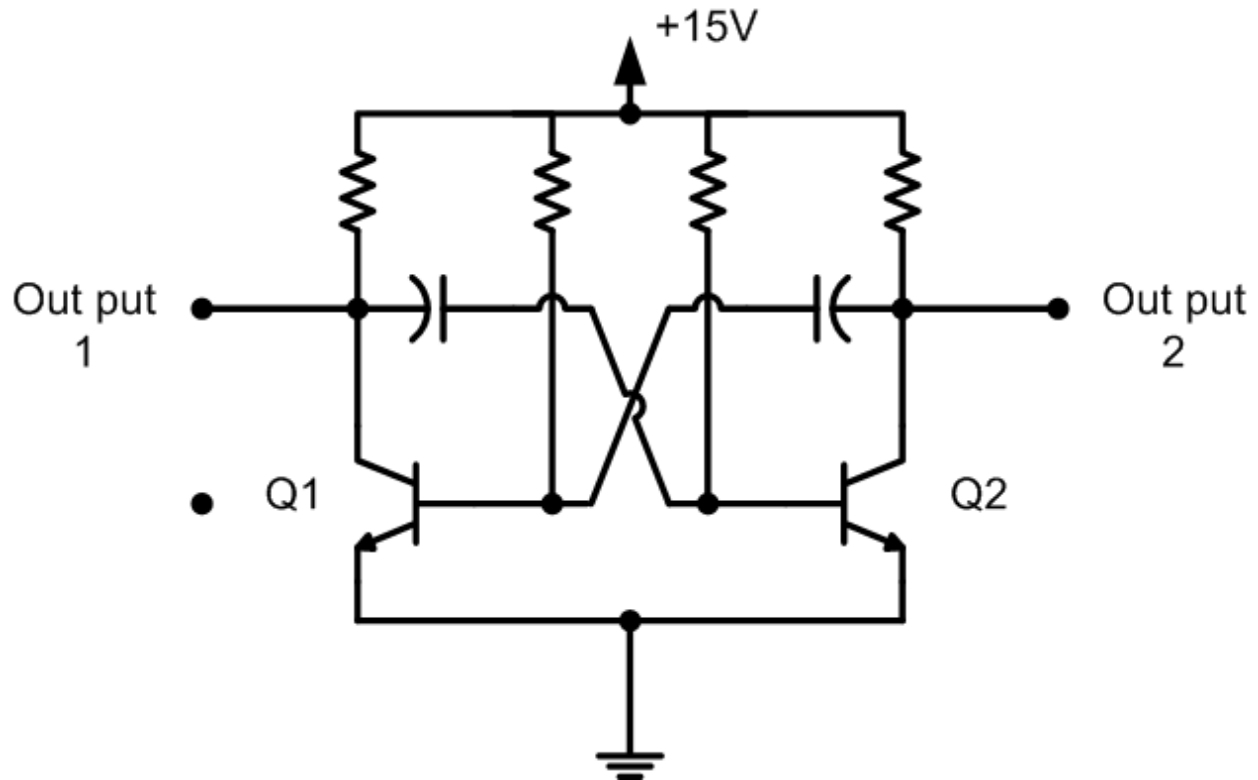


- Đo điện áp các cực B và C của Q1, Q2.
- Xác định transistor nào đang cắt, và transistor nào đang bão hòa.
- Thử cho điện vào In put của transistor đang bão hòa. Xem trạng thái (bằng đèn LED và đo điện thế). Nhận xét.
- Thử cho điện vào In put của transistor đang cắt. Xem trạng thái (bằng đèn LED và đo điện thế). Nhận xét.
- Thử nối In put của transistor đang cắt xuống masse. Xem trạng thái (bằng đèn LED và đo điện thế). Nhận xét.

- Thử nối In put của transistor đang bão hòa xuống masse. Xem trạng thái (bằng đèn LED và đo điện thế). Nhận xét.

Các mạch đa hài sử dụng BJTs – Mạch đa hài không ổn định.

Sơ đồ nguyên lý



Mạch đa hài không ổn định là mạch đa hài không có trạng thái bền. Mạch gồm có 2 transistor, và có thể tự dao động, chuyển qua chuyển lại giữa 2 trạng thái:

Trạng thái thứ nhất là Q₁ cắt và Q₂ bão hòa.

Trạng thái thứ hai là Q₁ bão hòa và Q₂ cắt.

Giải thích hoạt động

- Giả sử hai transistor đang dao động, giả sử Q₁ vừa chuyển từ cắt sang bão hòa và Q₂ vừa chuyển từ bão hòa sang cắt.
- Điện thế cực C của Q₁ giảm xuống. Điện áp nạp sẵn trong tụ C1 làm điện áp cực B của Q₂ cũng giảm theo và

xuống âm. Mỗi nối BE của Q2 bị phân cực ngược làm cho Q2 tiếp tục bị cắt.

- Khi Q₂ cắt, dòng $I_{C2} = 0$. Điện thế cực C của Q₂ tăng, nạp vào tụ C2 làm tăng dòng định thiên cho Q₁. Q₁ tiếp tục bão hòa.
- Tụ điện C1 sẽ được xả ra do RB1. Khi tụ này xả đến mức điện thế cực B của Q2 chuyển thành dương, thì Q2 bắt đầu dẫn. Khi Q2 dẫn, điện thế cực C của Q2 giảm xuống, Điện thế đã nạp sẵn của C2 sẽ làm cho điện áp cực B của Q1 giảm xuống, làm Q1 giảm dòng.
- Khi Q1 giảm dòng, điện thế cực C của Q1 tăng lên, tăng dòng nạp vào C1 là cho Q2 dẫn mạnh hơn và tiến đến bão hòa.
- Hiện tượng trên cứ diễn ra lần lượt, và mạch sẽ tự dao động qua lại giữa 2 trạng thái.

Bài tập thực hành:

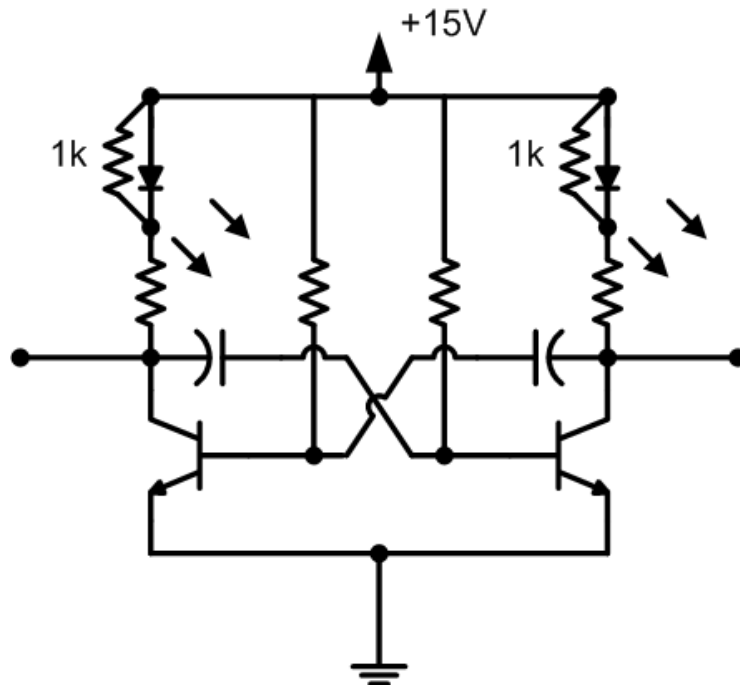
Lắp ráp mạch điện dưới đây.

Các mạch lắp RC=1kΩ, RB=33kΩ.

2 mạch ráp với tụ điện có trị số 220 μ F.

2 mạch ráp với tụ điện có trị số 10 μ F.

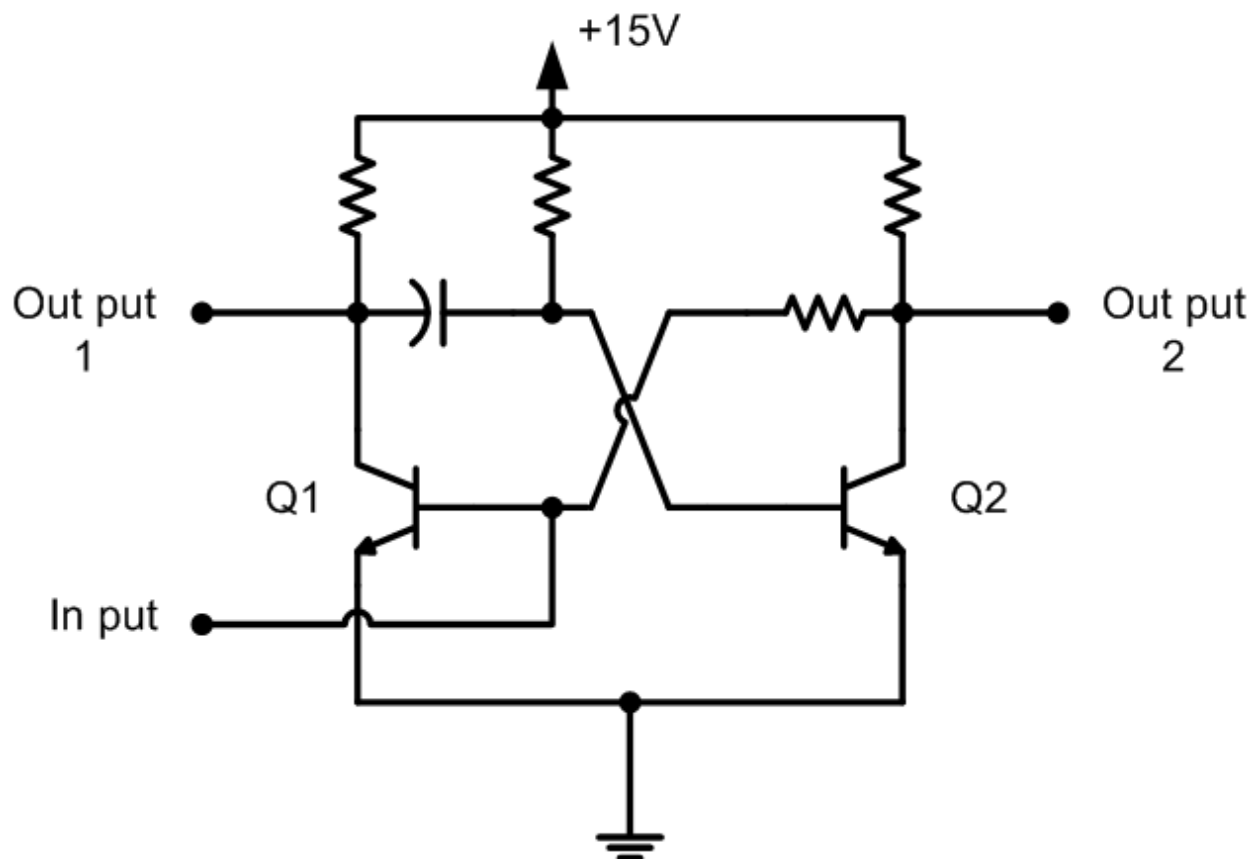
2 mạch ráp với tụ điện có trị số 0.1 μ F



- Đo điện áp các cực B và C của Q1, Q2.
- So sánh điện áp các cực của các mạch có trị số của các tụ điện khác nhau. Nhận xét.
- Dùng dao động ký điện tử để quan sát dạng sóng ở cực B và cực C của các transistor.
- So sánh tốc độ dao động của các mạch với các trị số tụ điện khác nhau. Nhận xét.
- Tìm cách giải thích tại sao ở các mạch có trị số tụ điện nhỏ, điện thế cực B của các transistor có giá trị âm, trong khi transistor vẫn hoạt động.

Các mạch đa hài sử dụng BJTs – Mạch đa hài một trạng thái ổn định (Mạch đa hài đơn ổn).

Sơ đồ nguyên lý



Mạch đa hài một trạng thái ổn định, hay mạch đa hài đơn ổn, là mạch đa hài chỉ có một trạng thái bền. Trạng thái còn lại là trạng thái không bền.

Mạch gồm có 2 transistor, khi hoạt động có thể có 1 trong 2 trạng thái:

- Trạng thái thứ nhất là Q_1 cắt và Q_2 bão hòa, đây là trạng thái bền.
- Trạng thái thứ hai là Q_1 bão hòa và Q_2 cắt, đây là trạng thái không bền.

Giải thích hoạt động

Giả sử hai transistor đang ổn định, giả sử Q1 cắt và Q2 bão hòa.

Điện trở RB2 được tính toán đủ để Q2 thường xuyên ở trạng thái bão hòa. Khi Q2 bão hòa, điện thế VBE2 thấp, nên không có dòng định thiên cho Q1, Q1 cắt. Tụ điện được nạp qua RC1.

Khi có một xung đưa vào cực B của Q1, Q1 sẽ dẫn trong thời gian ngắn. Khi đó cực C của Q1 xuống thấp. Điện áp nạp sẵn trong tụ C sẽ làm cho điện áp cực B của Q2 xuống thấp và chuyển sang âm. Q2 sẽ tắt.

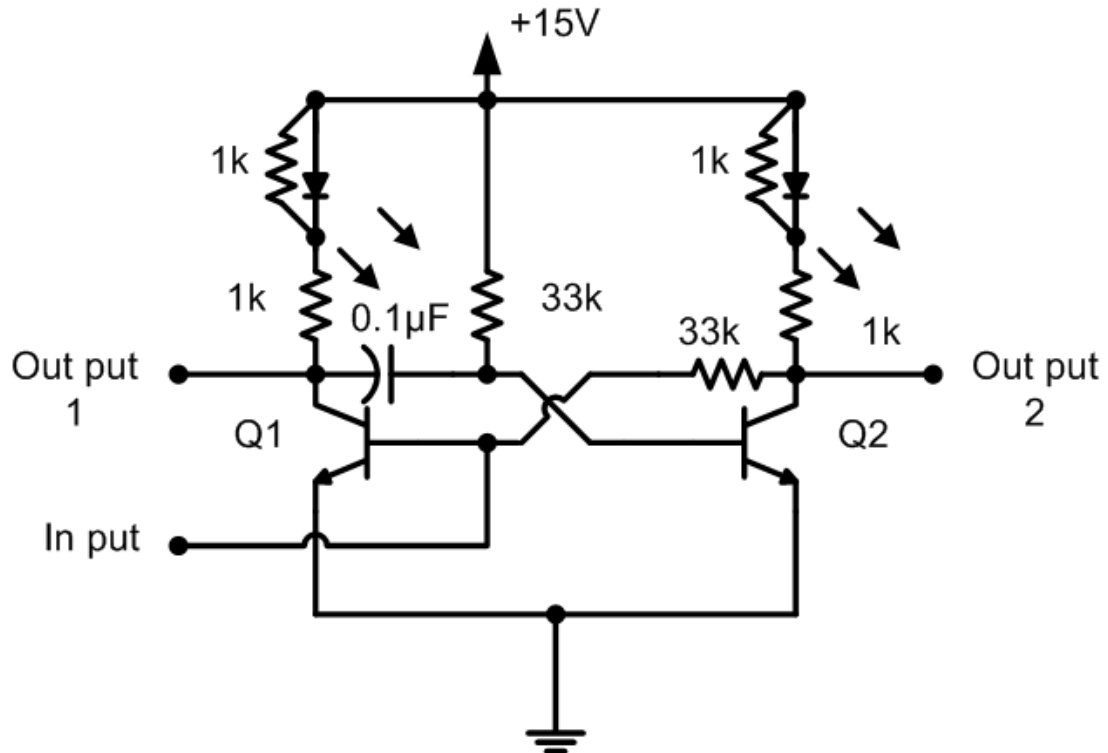
Khi Q2 cắt, Điện thế cực C của Q2 tăng lên, cấp dòng định thiên cho Q1. Q1 tiếp tục dẫn mặc dù xung đầu vào còn hay đã tắt.

Tụ điện sẽ xả qua RB, và nạp theo chiều ngược lại cho đến khi điện thế cực B của C2 bắt đầu dương. Khi đó Q2 sẽ dẫn, và làm cho Q1 cắt. Mạch trở về trạng thái ban đầu.

Như vậy, khi có xung thì mạch đa hài sẽ chuyển mạch sang trạng thái không bền. Mặc dù xung chỉ tồn tại trong thời gian ngắn, nhưng mạch luôn duy trì trạng thái này trong một thời gian cố định. Sau thời gian đó, mạch lại trở về trạng thái bền.

Bài tập thực hành:

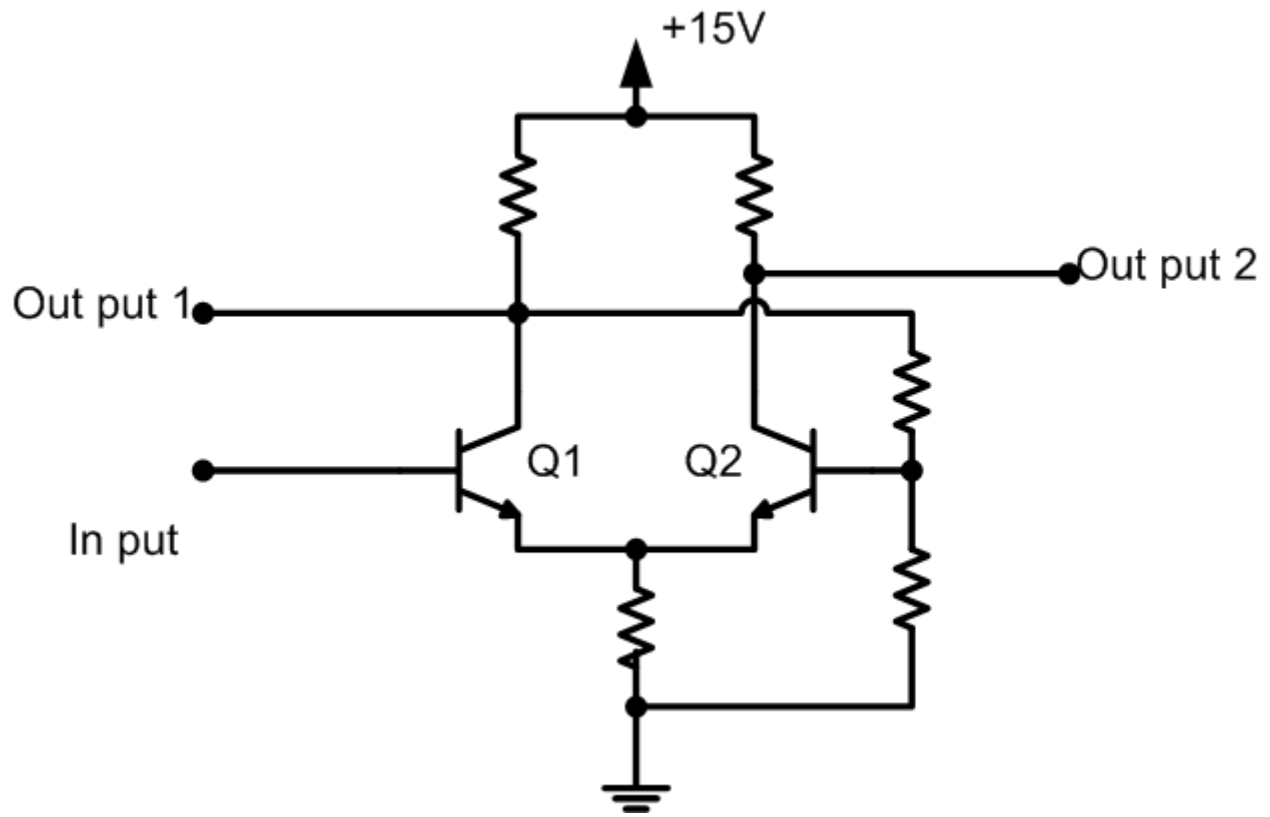
Lắp ráp mạch điện dưới đây.



- Đo điện áp các cực B và C của Q1, Q2. Xác định trạng thái bền.
- Cho 1 xung vào cực B của Q1, xem tác dụng của mạch.
- Thay đổi trị số của tụ bằng tụ có trị số lớn hơn, so sánh tác dụng của mạch.

Các mạch đa hài sử dụng BJTs – Mạch Schmitt Trigger (Mạch so sánh hai ngưỡng).

Sơ đồ nguyên lý



Mạch Schmitt trigger là một mạch lai tạo giữa mạch khuếch đại vi sai và mạch đa hài ổn định.

Mạch gồm có 2 transistor, khi hoạt động có thể có 1 trong 2 trạng thái:

- Trạng thái thứ nhất là Q_1 cắt và Q_2 bão hòa, đây là trạng thái bền.
- Trạng thái thứ hai là Q_1 bão hòa và Q_2 cắt, đây cũng là trạng thái bền.

Giải thích hoạt động

Khi không có tín hiệu vào, hai transistor đang ổn định, Q_1 cắt và Q_2 bão hòa.

Điện trở R_{B2} được tính toán đủ để Q_2 thường xuyên ở trạng thái bão hòa. Khi Q_2 bão hòa, dòng điện qua Q_2 sẽ chảy trong R_{C2} và R_E . Điện thế cực E chung sẽ bằng $I_{C2} * R_E$.

Khi đặt điện áp vào cực B của Q_1 , Nếu điện áp cực B Q_1 cao hơn điện áp cực E chung $V_{E1} + 0.7V$, Q_1 sẽ dẫn. (Mức điện áp này tạm gọi là điện áp chuyển mạch 1). Khi đó cực C của Q_1 xuống thấp. Dòng điện định thiên cho Q_2 sẽ về 0 và Q_2 sẽ tắt.

Khi Q_1 dẫn, dòng điện qua Q_1 sẽ chảy qua R_{C1} và R_E . Người ta thiết kế sao cho R_{C1} có trị số lớn hơn R_{C2} . Khi đó, điện thế trên cực E bây giờ sẽ thấp hơn lúc trước. $V_{E2} = I_{C1} * R_E$.

Mà $R_{C1} > R_{C2}$ nên $I_{C1} < I_{C2}$

Do đó $V_{E1} > V_{E2}$

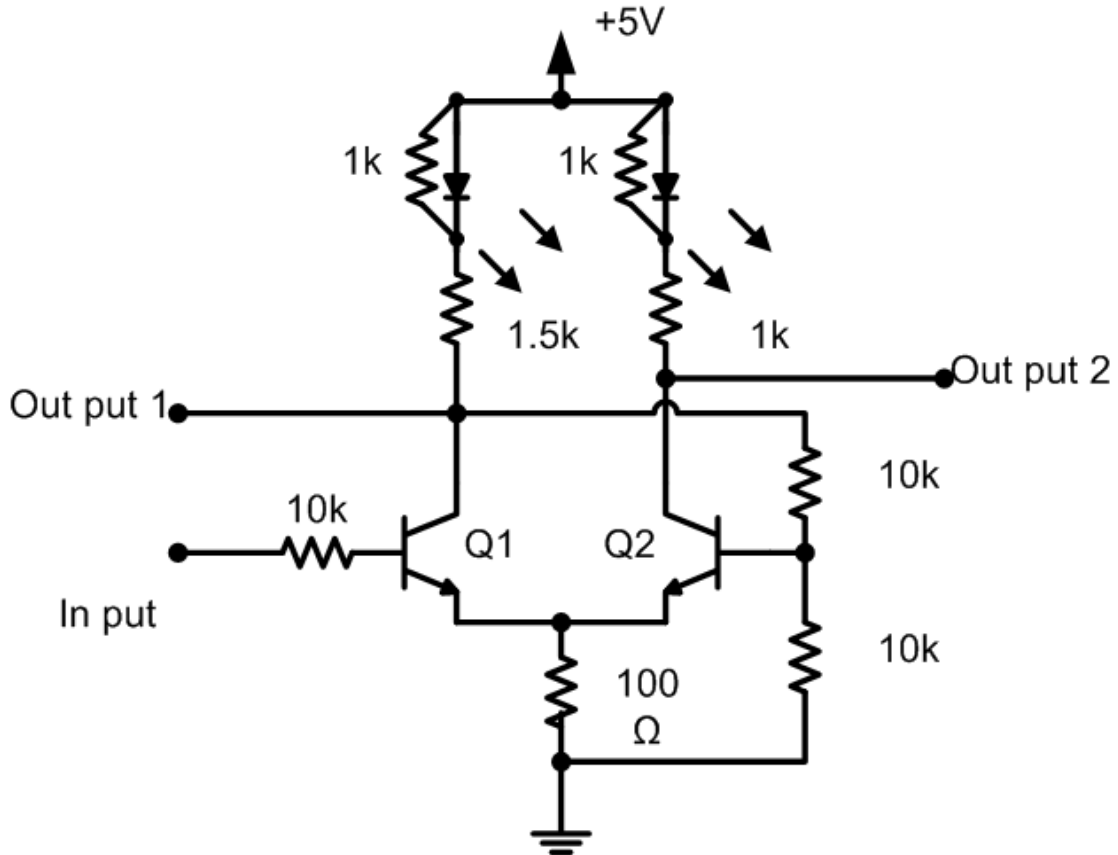
Điện áp vào giảm xuống đến mức chuyển mạch ban đầu, vì điện áp cực E thấp hơn trước, nên Q_1 vẫn còn bão hòa. Chỉ khi nào thấp hơn mức $V_{E2} + 0.7V$ thì Q_1 mới tắt. Khi Q_1 cắt, Q_2 sẽ dẫn bão hòa. Mạch trở lại trạng thái ban đầu.

Như vậy mạch so sánh này có 2 ngưỡng, ngưỡng tác động ($V_{E1} + 0.7V$) và ngưỡng trở về ($V_{E2} + 0.7V$). Hai ngưỡng này

gần nhau hay xa nhau tùy thuộc vào sai biệt giữa 2 điện trở R_C .

Bài tập thực hành:

Lắp ráp mạch điện dưới đây.



- Đo điện áp các cực B và C của Q1, Q2. Xác định trạng thái bền.
- Cho 1 điện áp vào input, tăng dần điện áp xem tác dụng của mạch. Xác định điện áp chuyển mạch (trị số tác động).
- Tiếp tục tăng điện áp cao hơn điện áp chuyển mạch 1 khoảng 1V. Sau đó giảm dần xuống điện áp chuyển mạch 1. Theo dõi tác động của mạch.

- Tiếp tục giảm điện áp vào dần xuống cho đến khi chuyển mạch về vị trí ban đầu. Đo điện áp chuyển mạch 2 (trị số trở về).

Nguồn: PQT