

آزمایش شماره ۴

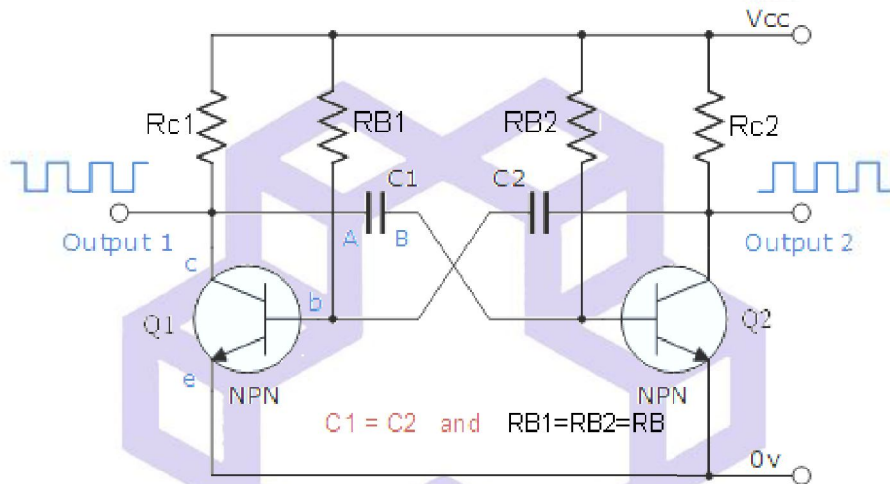
مولتی ویبراتور آستابل (مولد موج مربعی)

بادآوری

مولتی ویبراتور آستابل هیچ حالت پایداری ندارد و این مدار تنها دو حالت نیمه پایدار دارد که بین آنها نوسان می

کند. به همین دلیل این مدار را مولد موج مربعی هم می نامند.

شکل زیر یک مدار آستابل ترانزیستوری را نشان می دهد:



هریک از دو ترانزیستور، یک مقاومت RB دارند و کلکتور هر یک به بیس دیگری توسط یک خازن، متصل شده است.

هنگامیکه Q1 روشن است، Q2 خاموش می باشد در نتیجه خازن C2 تا ولتاژ $V_{CC} - V_{BE1}$ با علامت مثبت در سمت

راست (شارژ می شود). هنگامیکه Q2 روشن است، Q1 خاموش می باشد در نتیجه خازن C1 تا ولتاژ $V_{CC} - V_{BE2}$

(با علامت مثبت در سمت چپ) شارژ می شود. بعبارت دیگر می توان گفت بیس هر کدام از دو ترانزیستور Q1 یا Q2

زودتر روشن شود، از مسیر فیدبک های C1 یا C2، ترانزیستور بعدی خاموش شده و با دشارژ شدن هر کدام از این

خازن‌ها، بعد از یک ثابت زمانی، ترانزیستورها تغییر وضعیت داده و باعث ایجاد یک پالس مربعی خواهد شد.

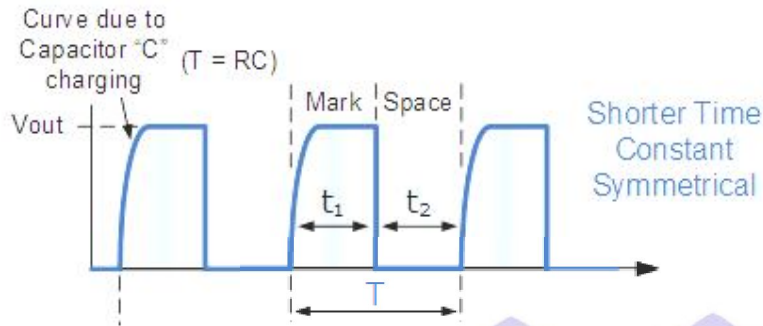
رابطه اصلی برای فرکانس در مولتی ویبراتور آستابل ترانزیستوری، به صورت زیر می باشد:

$$T = t_1 + t_2 = R_{B2}C_1 \ln(2) + R_{B1}C_2 \ln(2)$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\ln(2) \cdot (R_2 C_1 + R_3 C_2)} \cong \frac{1}{0.693(R_{B2} C_1 + R_{B1} C_2)}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \times 0.69RC} = \frac{1}{1.38RC} \quad \leftarrow \text{در صورتیکه } C = C_1 = C_2 \text{ و } R = R_{B2} = R_{B1} \text{ باشد}$$

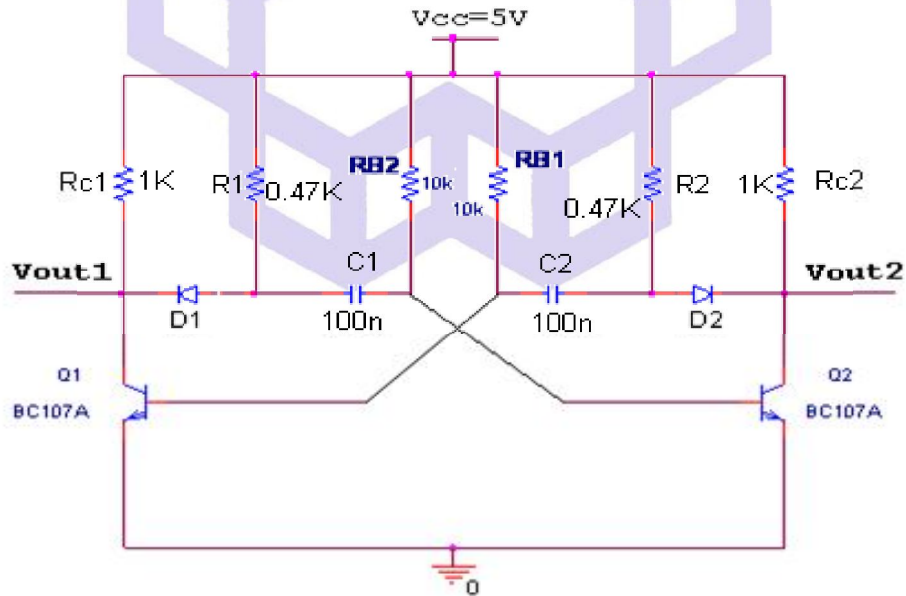
در این حالت Duty Cycle مدار 50٪ خواهد بود.



مولتی ویراتور آستابل را نیز می توان با آی سی های دیجیتال 4093 و 555 طراحی کرد.

شرح آزمایش

۱- مدار زیر را ببندید.



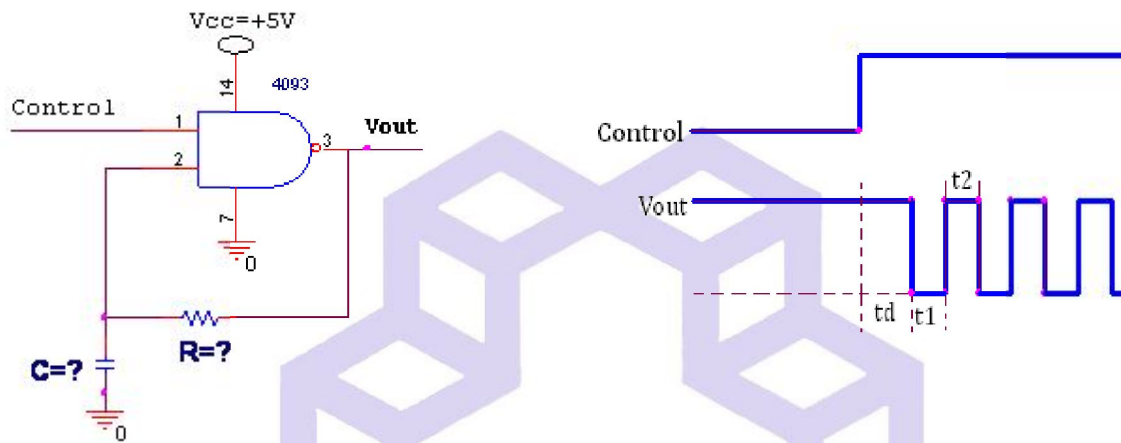
الف) شکل موج خروجی Q1 و Q2 را رسم کرده و سپس مقدار T را از روی شکل بدست آورده و با مقدار تئوری آن مقایسه کنید.

ب) طرز کار مدار را توضیح دهید و نقش دیود های D1 و D2 را بنویسید.

۲- با استفاده از آی سی 4093 مدار آستانبل زیر را برای $T = 1ms$ ببینید.

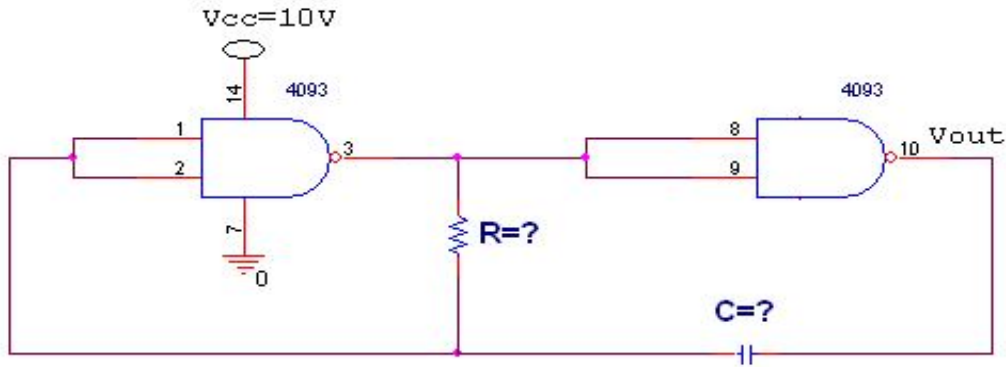
(برای ولتاژ Control، ولتاژ تغذیه یعنی V_{CC} را وصل کنید و برای بدست آوردن رابطه فرکانس برای این آی سی حتماً Datasheet آنرا که در قسمت ضمیمه داده شده است، مطالعه نمایید.)

الف) مطلوبست محاسبه مقدار R و C برای $T = 1ms$ ؟



ب) شکل موج خروجی را رسم کرده و عملکرد مدار را توضیح دهید.

۳- الف) مولتی ویراتور آستانبل را با دو گیت NAND در شکل صفحه بعد داده شده است. با توجه به کارکردن آی سی در ناحیه خطی و تحلیل روابط ولتاژ $(V_i(t) = V_{CC}(1 - e^{-t/\tau}))$ و مدار داده شده، مقادیر R و C برای $T = 1ms$ محاسبه کرده و سپس مدار را ببینید.



ب) شکل موج خروجی را رسم کرده و مقدار فرکانس از روی شکل چقدر است؟

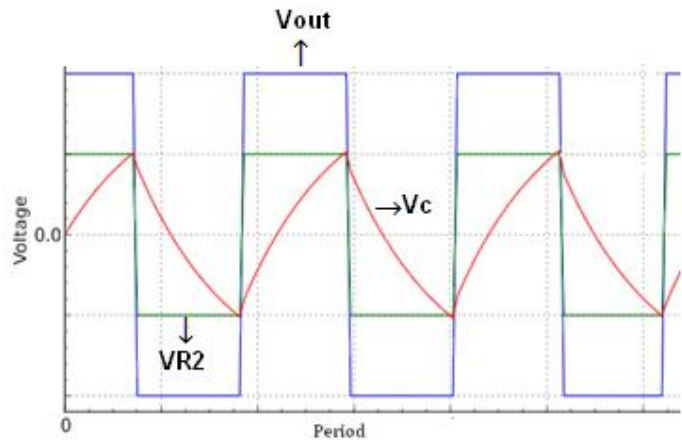
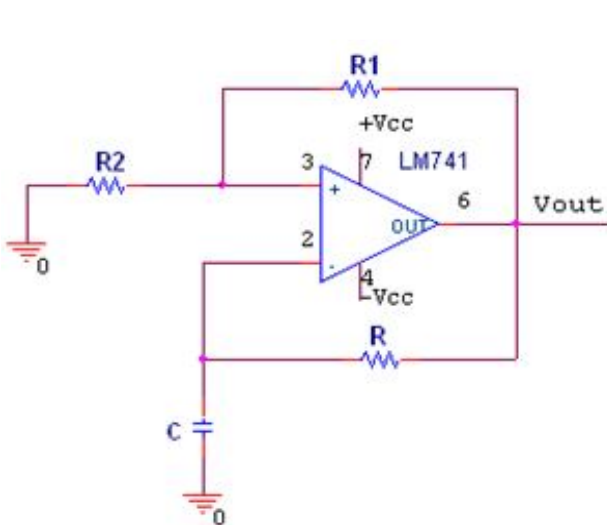
ج) طرز کار این مدار *Ring Oscillator* (Ring Waveform Generator) را توضیح دهید.

د) در صورتی که بخواهیم مسیر شارژ و دشارژ خازن را جدا شود، مدار مورد نظر را طراحی کنید.

۴- مولتی ویراتور آستابل زیر را با استفاده از OpAmp741 ببینید.

$$R_1 = 10K\Omega, R_2 = 3.3K\Omega, V_{CC} = \pm 5V, R = 22K\Omega, C = 220nf$$

$$\text{دقت: } (T = 2RC \ln(1 + 2 \frac{R_2}{R_1}))$$



الف) شکل موج خروجی را رسم کرده و مقدار فرکانس را از لحاظ تئوری و آزمایش بدست آورید.

ب) درستی این $T = 2RC \ln \left(1 + 2 \frac{R_2}{R_1} \right)$ رابطه را اثبات نمایید.

ج) برای داشتن Duty Cycle = 50٪، نسبت $\frac{R_2}{R_1}$ چقدر باید باشد؟

