

## آزمایش شماره یازده: اسلاتور UJT

**پیش‌گزارش:** با مراجعه به دیتاشیت، مشخصات و پارامترهای کامل الکتریکی UJT مورد استفاده در این گزارش را استخراج کنید. مدار اسلاتور شکل 3 را برای داشتن فرکانسهای ده هرتز و یک کیلو هرتز با کمک NI یا PSpice طراحی نمایید. ولتاژهای  $V_{BB}$  و  $V_p$  و مقدار  $\eta$  را بصورت اختیاری و با توجه به دیتاشیت UJT انتخاب نمایید. (کد افزاره 2n2646 در انتهای آزمایش).

**هدف:** طراحی اسلاتور ریلکسیشن UJT در فرکانس تعیین شده و تعیین مشخصه خروجی و رسم شکل موجهای آن

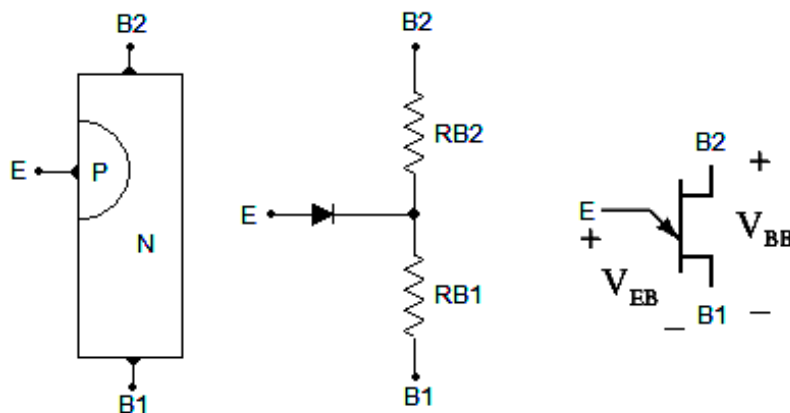
**ابزار مورد نیاز:** مولد موج، اسیلوسکوپ، برد آزمایشگاهی، منبع تغذیه DC، سیم اتصال و سایر قطعات مطابق با جدول 1

جدول 1: لیست قطعات مورد نیاز

ردیف	نام قطعه	مشخصات
1	مقاومت	بر حسب نیاز
2	خازن	بر حسب نیاز
3	2N2646	یا هر نوع UJT مشابه
4	پتانسیومتر	بر حسب نیاز

**تئوری:** اسلاتور ریلکسیشن UJT (UJT Relaxation Oscillator) یک مدار اسلاتور نوع RC است که افزاره اکتیو آن یک

UJT است. UJT (Uni Junction Transistor) یک افزاره تک پیوندی است با مشخصه سوئیچینگ بسیار عالی در حدود چندنانو ثانیه است. این افزاره دارای ناحیه مقاومت منفی است که آنرا برای کاربردهای اسلاتوری و تولید شکل موج بسیار مناسب کرده است. از این رو به این اسلاتور، ریلکسیشن گفته میشود که فواصل زمانی شکل موج خروجی توسط شارژ یک خازن و دشارژ بسیار سریع همان خازن ایجاد میشود. همانگونه که از نام UJT پیداست، این قطعه تنها یک پیوند دارد. همچنین UJT شامل سه پایه: بیس یک، بیس دو، و امیتر است. ماده بیس که معمولاً یک تکه سیلیکون نوع n است دارای میزان ناخالصی بسیار کمی است. از این رو مقاومت  $R_{BB0}$  (مقاومت بین ترمینالهای  $B_1$  و  $B_2$ ) بسیار زیاد و در حدود 2 تا 10 کیلو اهم برای اغلب UJT هاست. در نزدیکی ترمینال  $B_2$ ، ناحیه ای روی قطعه سیلیکون با ناخالصی زیادی دوپینگ داده شده است. این ناحیه ترمینال امیتر را تشکیل میدهد. در نتیجه مقاومت  $R_{B1}$  از مقاومت  $R_{B2}$  بزرگتر است. شکل 1 ساختار UJT همراه با سمبل الکتریکی آنرا نشان میدهد.



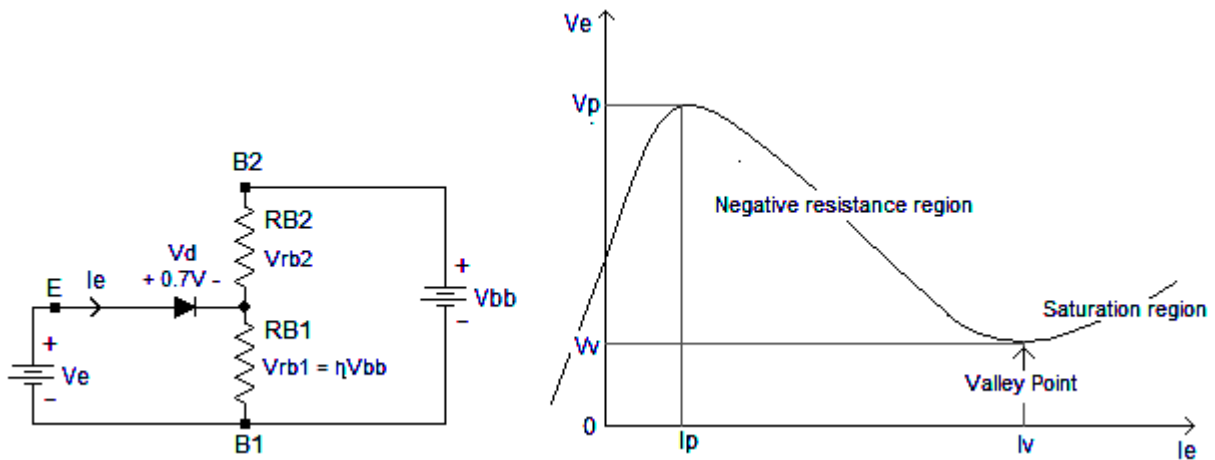
شکل 1: ساختار داخلی، مدار معادل، و سمبل الکترونیکی UJT

روابطی که در UJT ها حکمفرما هستند بصورت زیر بیان میشوند:

$$R_{BB0} = R_{B1} + R_{B2} \quad , \quad \eta = \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}} = \frac{R_{B1}}{R_{BB0}} \quad , \quad 0.4 \leq \eta \leq 0.8$$

که در آن ضریب  $\eta$  ضریب توازن ذاتی نام دارد.

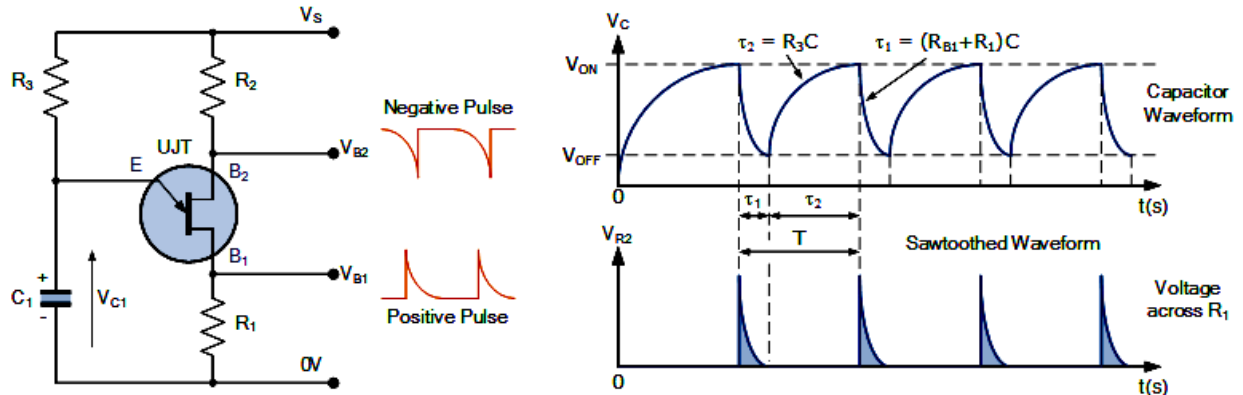
شکل 2 یک مدار ساده شده بایاس UJT را نشان میدهد. ترمینال  $B_2$  به ولتاژی مثبت تر از  $B_1$  وصل شده و ولتاژ مثبت تر  $E$  نسبت به  $B_1$  که توسط منبع  $V_e$  تامین میشود، منجر به روشن شدن دیود داخلی افزاره میشود. تنها هنگامی جریان  $I_e$  برقرار میگردد که:  $V_e \geq V_d + V_{RB1}$  و یا با کمک ضریب توازن ذاتی:  $V_e \geq V_d + \eta V_{BB}$  که با فرض سیلیکونی بودن قطعه خواهیم داشت:  $V_e \geq 0.7 + \eta V_{BB}$ . به حداقل ولتاژ مورد نیاز  $V_e$  برای ایجاد جریان امیتر "ولتاژ آتش" (Firing Voltage) گفته میشود.



شکل 2: مدار ساده شده بایاس و منحنی مشخصه UJT

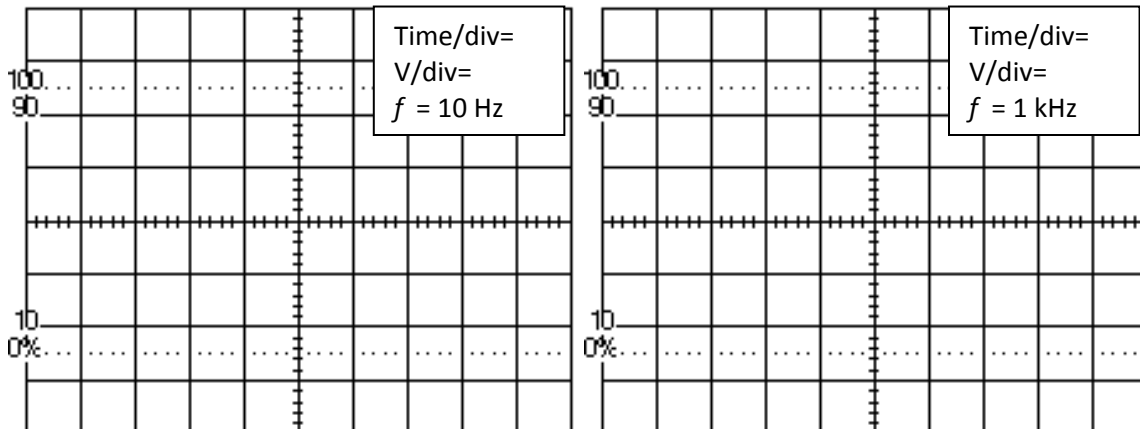
شکل 3 نحوه اتصال مدار مقاومت-خازن (RC Circuit) به UJT را نشان میدهد. در این مدار میتوان نشان داد که:

$$T = R_3 C \ln \left( \frac{1}{1 - \eta} \right)$$

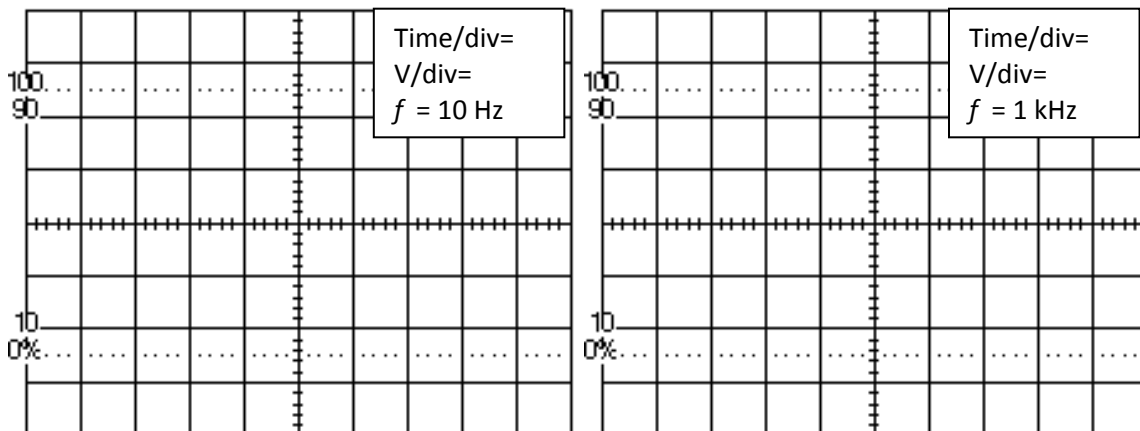


شکل 3: مدار اسیلاتور ریلکسیشن UJT همراه با شکل موجهای نقاط مختلف آن

انجام آزمایش: الف) مدار شکل 3 را برای داشتن فرکانسهای ده هرتز و یک کیلوهرتز ببندید و شکل‌های 4 و 5 را کامل کنید.



شکل 4: ولتاژهای  $V_{B1}$  و  $V_{B2}$  در فرکانسهای مختلف (از آنجاییکه هدف مقایسه دو خروجی است، لطفاً از دو رنگ متفاوت برای رسم دو ولتاژ روی هر گراف استفاده کنید و یا یک ولتاژ را بصورت خط ممتد و دیگری را بصورت نقطه چین رسم کنید)



شکل 5: ولتاژ  $V_{C1}$  در فرکانسهای مختلف

ب) مدار طراحی شده را با کمک یک پتانسیومتر طوری تغییر دهید که بتوان رنج فرکانسی یک هرتز تا صد هرتز یک موج دندانه‌اره ای را در خروجی  $V_{B1}$  مشاهده کرد. مدار و پاسخ آنرا به LA نشان دهید.

تحقیق و پرسش:

سوال 1: ثابت کنید دوره تناوب ولتاژ  $V_{B1}$  (مشخص شده در شکل 3) از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$T = R_3 C \ln \left( \frac{1}{1 - \eta} \right)$$

سوال 2: در مورد نتایج عملی و مقادیر شبیه‌سازی مدار طراحی شده بحث کنید.

سوال 3: چهار کاربرد عملی اسیلاتور ریلکسیشن فوق را با رسم مدار مربوطه و تشریح عملکرد هر مدار ذکر نمایید.

سوال 4: مشخصات الکتریکی سه نمونه UJT را با مراجعه به دیتاشیت آنها با یکدیگر مقایسه نمایید. ولتاژ و مقاومت اینتر بیس (Interbase Voltage and Resistance) چیست؟

```
*Default N-Channel Unijunction Transistor
.SUBCKT XUJT 1 2 3
DE 1 4 EMITTER
VE 4 5 DC 0
HVE 6 0 VE 1K
RVE 0 6 1MEG
BBB 5 7 I=0.00028*V(5,7)+0.00575*V(5,7)*V(6)
CBB 5 7 35P
RB1 7 2 38.15 RMOD
RB2 3 5 2.518K RMOD
.MODEL RMOD R TC1=.01
.MODEL EMITTER D (IS=21.3P N=1.8)
.ENDS XUJT
```

```
* Motorola IP=.5U IV=6M VB1(sat)=3 Rbb=6.1K Vob1=3.6: E, B1, B2
.SUBCKT X2N2646 1 2 3
DE 1 4 EMITTER
VE 4 5 DC 0
HVE 6 0 VE 1K
RVE 0 6 1MEG
BBB 5 7 I=0.00028*V(5,7)+0.00575*V(5,7)*V(6)
CBB 5 7 35P
RB1 7 2 38.15 RMOD
RB2 3 5 2.518K RMOD
.MODEL RMOD R TC1=.01
.MODEL EMITTER D (IS=21.3P N=1.8)
.ENDS X2N2646
```