

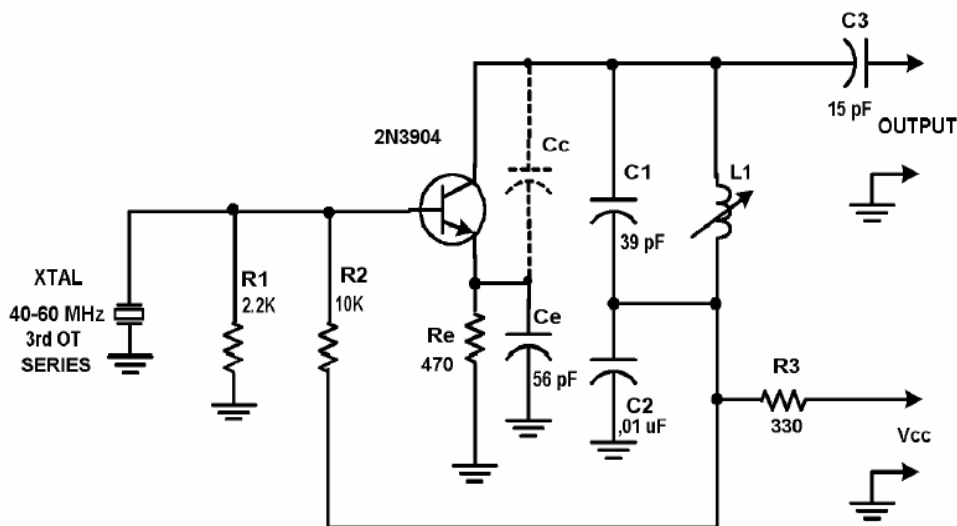
## نمونه ای از مدارات عملی کریستال اوسیلاتور:

شکل شماره ۱ یک نوسان ساز را که در آن کریستال به صورت یک مدار تشدید سری زمین شده است، نشان می دهد. این مدار معمولاً برای کاربردهای فرانوخت (Over Tone) استفاده می شود. که مداری ساده و قابل فهم است. ترانزیستور Q1 که در ناحیه فعال بایاس شده است، به عنوان یک تقویت کننده عمل می کند. مدار تشدید L1 و C1 بصورت سری با کلکتور بسته شده است. خازن Ce نسبتاً خازن کوچکی است که جهت بای پس کردن مقاومت امیتر می باشد. خازن داخلی ترانزیستور که بین کلکتور و امیتر قرار دارد نقش فیدبک به امیتر را دارد، که میزان فیدبک توسط مقادیر خازنهای Cc و Ce نیز به صورت دقیق تعیین می گردد.

در فرکانسی که کریستال در حالت تشدید سری کار می کند بیس ترانزیستور بطور کامل زمین می شود، و همین باعث نوسان می شود. ترانزیستور در این فرکانس به عنوان یک تقویت کننده بیس مشترک عمل خواهد کرد.

این اوسیلاتور کارآمد و دارای خروجی نسبتاً خوبی در حدود 10 – 20 mW است، ولی از پایداری و نویز پذیری خوبی برخوردار نیست. در بعضی موارد نیز تا حدی حساسیت در نوسان دارد که می توان آن را توسط تغییرات C1 و L1 حذف کرد. همچنین کریستال موجود باید طوری جبران احراف های فرکانسی را داشته باشد که بتواند فرکانس مورد نظر را بدرستی تولید کند.

وجود یک خازن یا سلف که بصورت سری در بیس ترانزیستور قرار داده شود، می تواند تا حدی در تنظیم فرکانس موثر باشد. این مدار برای کارها و هدفهای عمومی مناسب است ولی در مواردی که کنترل فرکانسی دقیق مدنظر است توصیه نمی شود.

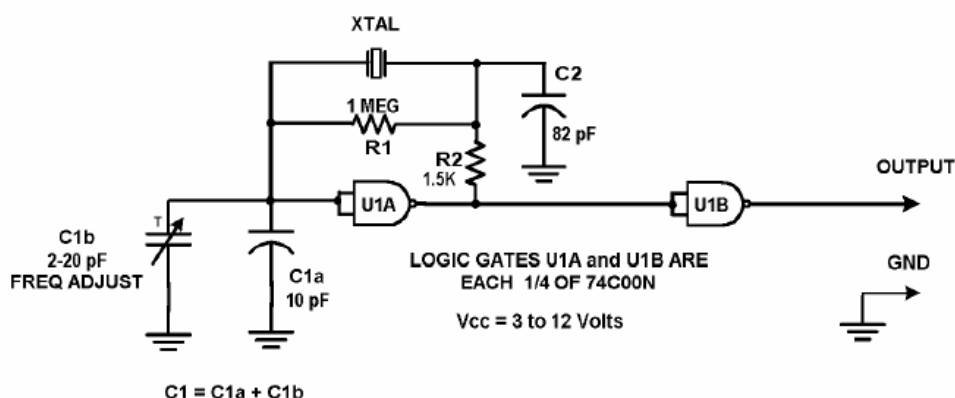


شکل شماره ۱

شکل شماره ۲ یک مدار اوسیلاتور را که توسط گیت های IC تولید می شود را نشان می دهد. کریستال در این مدار به عنوان یک سلف موازی با خازنهای C1 و C2 می باشد تا نقش یک مدار تشدید را داشته باشد. در حالت رزونانس

درجه اختلاف فاز خواهیم داشت. همچنین گیت NAND بکار برده شده بعنوان یک تقویت کننده ۱۸۰ درجه اختلاف فاز دیگر را تهیه می کند. این مدار در واقع یک اوسیلاتور "پیرس" است، که بسیار یزران قیمت و ساده است و بطور وسیعی در کاربردهای دیجیتالی استفاده می شود. مانند مدار قبلی این مدار نیز دارای نویز است که باعث از پیش تحریک کردن کریستال و کارکردن آن در ناحیه ناخواسته می شود. استفاده از IC های سریع و فیدبک زیاد باعث حذف هارمونیکهای سوم می شود. مقاومت R2 که بصورت سری در خروجی دیده می شود می تواند بعنوان کنترل گر استفاده شود و از چند صد اهم تا چند کیلو اهم است. با تغییرات خازن C1 نیز می توان فرکانس دقیق مورد نظر را تنظیم کرد.

این اوسیلاتور می تواند به عنوان تغذیه یک گیت دیگر همان IC استفاده شده تا علاوه بر به توان دو رسیدن در یک مدار دیگر به کار رود. این مدار بهترین انتخاب برای مواردی بحرانی و بسیار دقیق و همچنین مواردی که نیاز به پایداری بالایی باشد پیشنهاد نمی شود. ولی برای سیستمهای کامپیوتری، میکروپروسورها و همچنین بعنوان یک مرجع برای فرکانسهای هم زمانی مناسب است. هدف ما این نبود که اثر نویز واقعا مخرب است بلکه این مدار به خوبی در مدارات دیگر ایفای نقش کند. ولی نباید این را هم از یاد ببریم که یک اوسیلاتور کریستالی هرچند هم که ضعیف باشد باز هم نسبت به اوسیلاتورهای L - C برتری دارد.

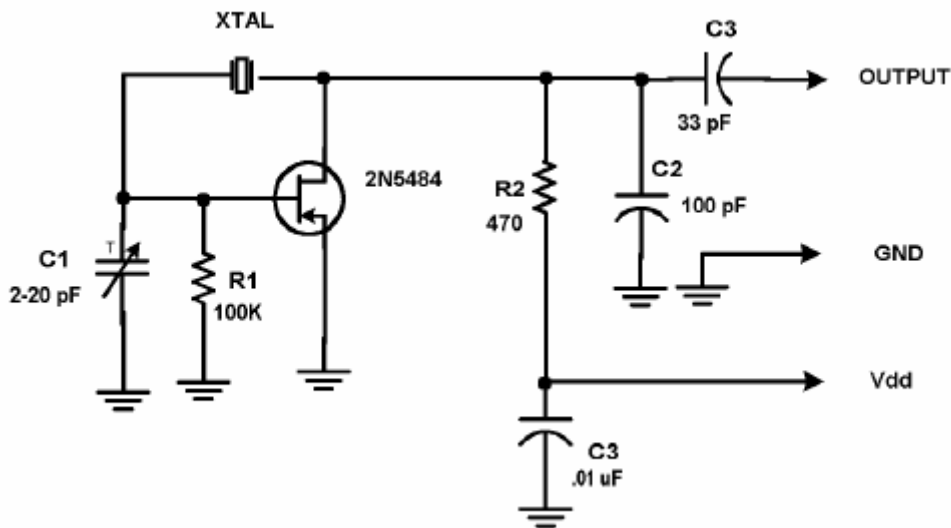


شکل شماره ۲

شکل شماره ۳ یک اوسیلاتور از نوع پیرس را که با JFET ساخته شده، نشان می دهد. در این مدار از اساس وبنیاد کریستال استفاده شده است. این مدار آسان، و با یک ترانزیستور یا JFET کم نویز می تواند به عنوان یک اوسیلاتور قابل اعتماد و معقول استفاده شود.

خازن C1 که از کلکتور یا درین به زمین میرود، نقش فیدبک را دارد. در این مدار کریستال به صورت موازی بکاربرده شده و خازن شانت C2 می تواند به

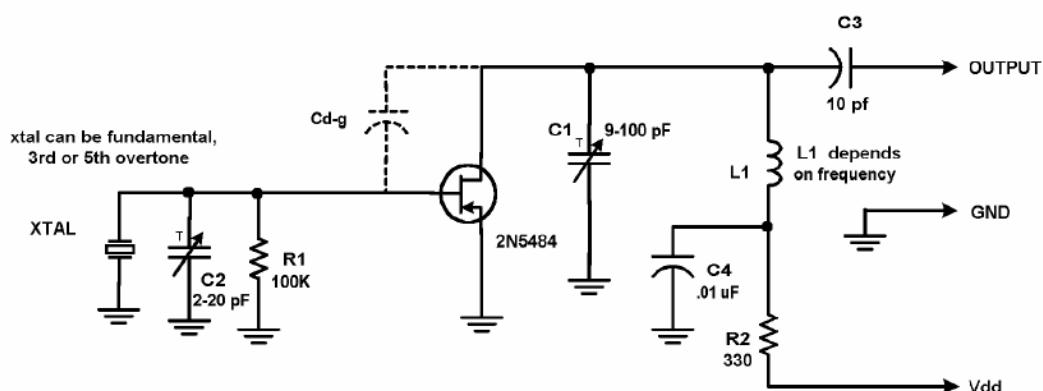
عنوان تنظیم گر فرکانس بکار برده شود. این مدار در مواردی که باید از تعدادی کریستال استفاده شود تا به یک رنج فرکانسی وسیع دست یافت، مفید است.



شکل شماره ۳

شکل شماره ۴. این مدار در واقع مدار معادل JFET اوسیلاتورهای قدیمی است که در آنها از لامپ خلاء استفاده می کردند. اساسا درین ترانزیستور این مدار شامل مدار تیون  $L1 - C1$  است. باگرفتن فیدبک ازگیت به خازن درین، امپدانس ورودی JFET بصورت یک مقاومت منفی عمل می کند، که موجب شروع کردن به نوسان می کند. مانند مدار قبلی برای تنظیم فرکانس خروجی می توان از خازن شانت کریستال استفاده کرد.

این مدار در روزهای استفاده از لامپ خلاء به عنوان یک اوسیلاتور استفاده می شد. به هر حال این مدار می تواند به عنوان یک کریستال اوسیلاتور خوب عمل کند.

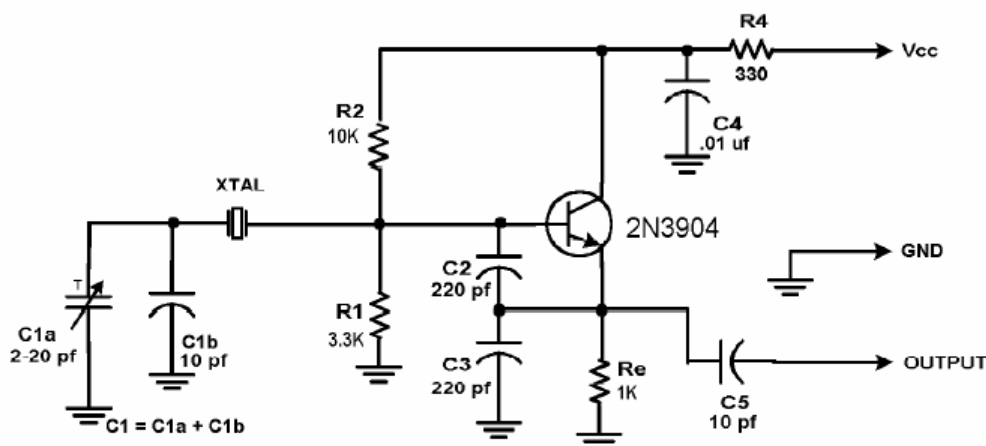


شکل شماره ۴

شکل شماره ۵ یک اوسیلاتور کولپیتس است که با یک ترانزیستور و یک کریستال موازی تولید شده است. کریستال در این مدار به عنوان یک سلف عمل می کند. مقسم ولتاژ خازنی با مقدار بالا در بین گیت، سورس، زمین و یک خازن کوچک سری در مدار گذاشته شده است. نسبت  $C2 + C3$  به  $C1$  باید تا حد

امکان بالا باشد، مثلاً ۵ به ۱۰ به ۱. مقادیر معمولی در این مدار نشان داده شده است.

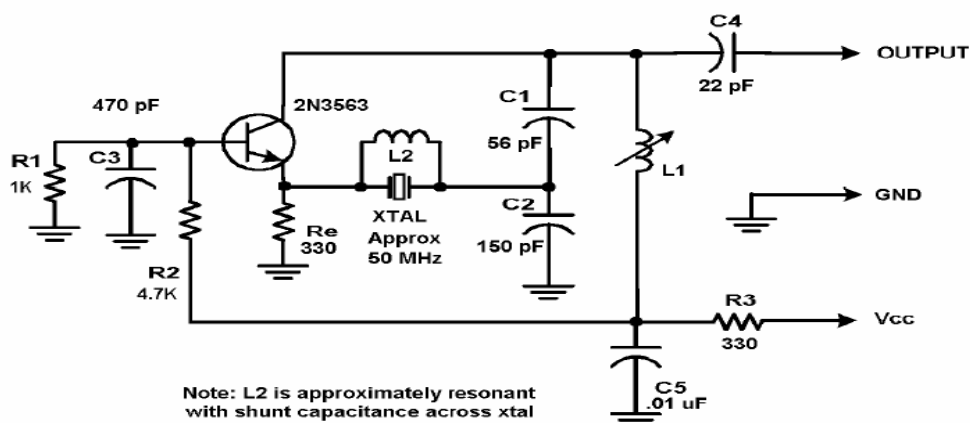
این مدار یک مقدار جزئی بار روی کریستال می اندازد که با انتخاب مقادیر نسبتاً زیاد  $C1$  و  $C2$  می توان از آن جلوگیری کرد. در این مدار فرکانس فقط توسط  $C1$  تنظیم می شود. در امپتر ترانزیستور این اوسیلاتور یک موج سینوسی نسبتاً صاف و خوب دیده می شود.



شکل شماره ۵

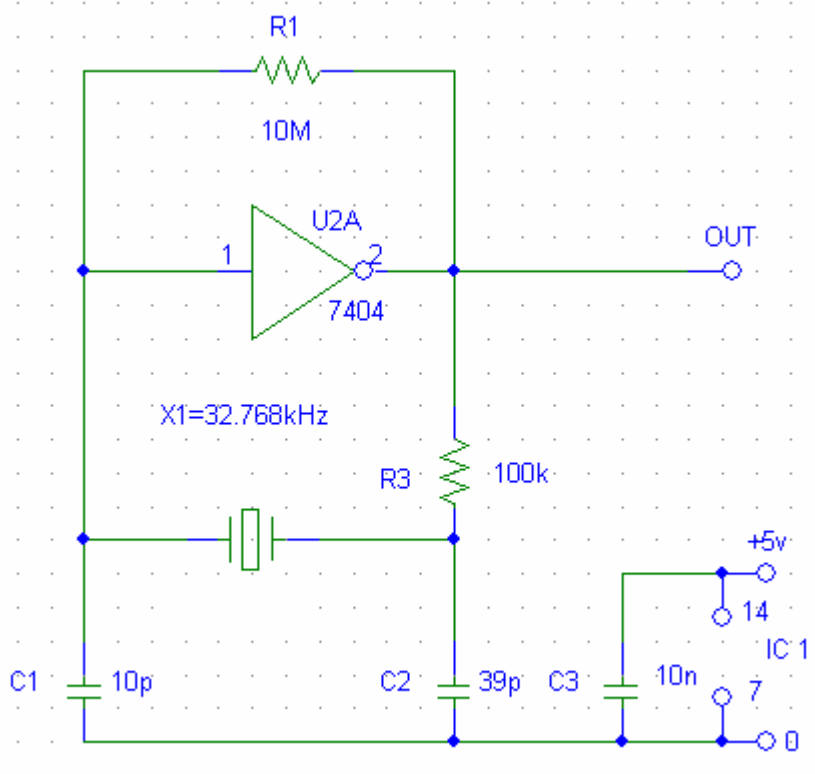
شکل شماره ۶ یک اوسیلاتور بیس مشترک فرانوخت (Over tone) را نشان می دهد که در آن کریستال بصورت سری قرار گرفته است. این مدار تا حدی نسبت به مدار شکل شماره ۱ بهتر است چونکه امپدانس کمی را روی کریستال می اندازد و باعث بالا رفتن ضریب کیفیت (Q) مدار می شود. در این مدار فرکانس خروجی تا حدی قابل پیش بینی است و بدین دلیل اثر بارگذاری را می توان تا حدی کنترل کرد.

سلف  $L2$  که بصورت موازی با کریستال قرار دارد برای فرکانس بکار می رود. در این مدار می توان با انتخاب سلف  $L1$  و خازنهای  $C1$  و  $C2$  دارای کیفیت بالا به یک فرکانس خوب و دقیق دست یافت.



شکل شماره ۶

شکل شماره ۷ ،نوسان سازهای استاندارد CMOS نمی توانند با کریستال ساعت کار کنند.در بهترین حالت ، با وصل شدن ولتاژ تغذیه مدار شروع به نوسان می کند ، اما با رسیدن ولتاژ به سطح نامی ، نوسان سازی متوقف می شود. راه حل این مشکل بسیار ساده است ، فقط کافی است مقاومتی را بین کریستال و آی سی قرار داد (یعنی مقاومت R3 در نقشه). با این کار نوسان ساز به خوبی کار می کند ، و انرژی زیادی نیز به آن اعمال نخواهد شد. به جای خازن C2 می توان از تریمر استفاده کرد، تا به این ترتیب بتوان فرکانس مدار را به دقت تنظیم کرد.



شکل شماره ۷

این که چرا وجود مقاومت R3 موجب ادامه کار نوسان می شود، را می توان به صورت زیر شرح داد :

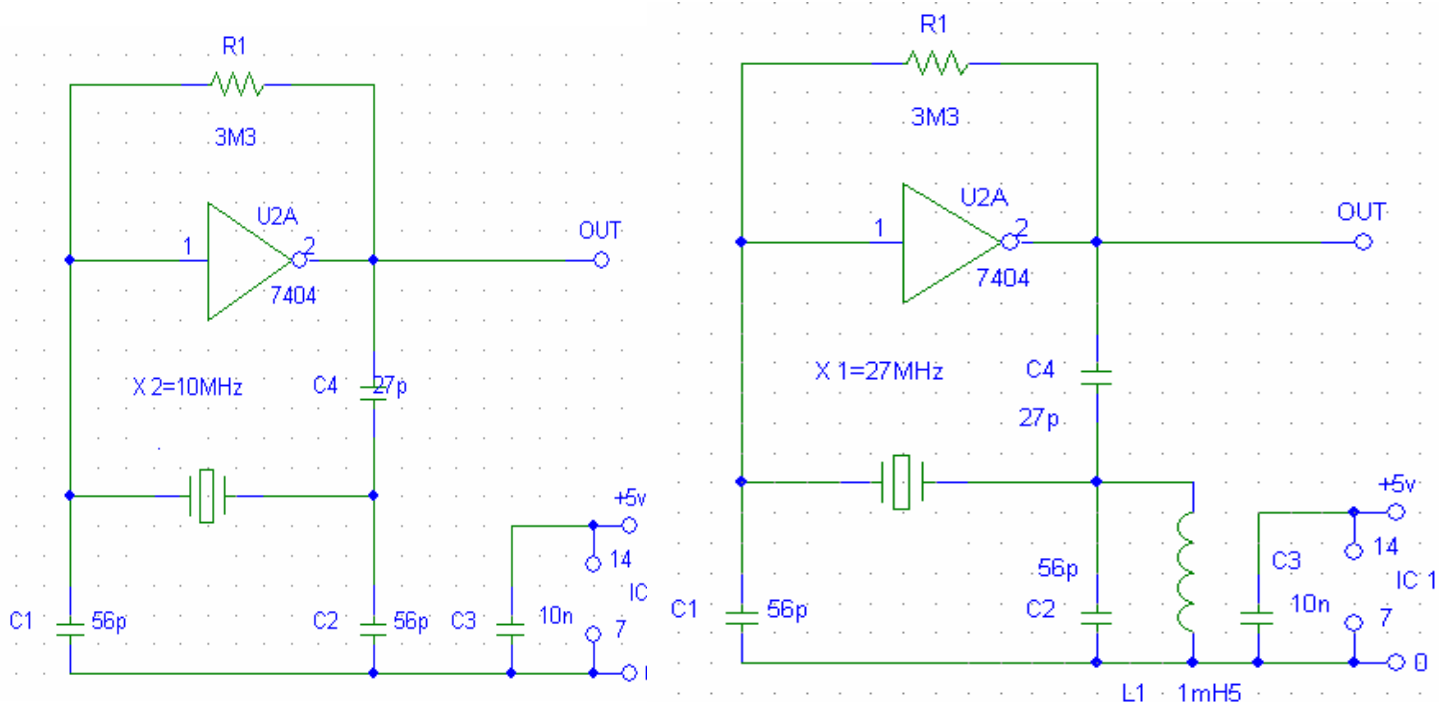
خازن های C1 و C2 و کریستال مورد استفاده ، با یکدیگر نوعی طبقه پی را تشکیل می دهند، که خود اختلاف فازی در حدود ۱۸۰ درجه را ایجاد می کند. بنابراین اختلاف فاز کلی ۳۶۰ درجه خواهد شد ، که برای برقرار ماندن نوسان سازی لازم می باشد. بدون R3 ، کریستال کریستال با امپدانس پایین توسط معکوس کننده راه اندازی می شود. وقتی این مدار همراه با طبقه پی ، که امپدانس بالایی دارد ، مورد استفاده قرار می گرفت ، موجب می شد که اختلاف فاز ایجاد شده توسط این طبقه نیز به میزان زیادی از ۱۸۰ درجه کمتر باشد. با اضافه کردن مقاومت به این مدار ، از میزان این تضعیف کاسته خواهد شد ، بطوری که انحراف فاز نیز به ۱۸۰ درجه خواهد رسید . به علت امپدانس بالای طبقه پی ، تضعیف ایجاد شده توسط R3 زیاد نخواهد بود. بنابراین میزان تقویت کلی باز هم از یک بیشتر می باشد، که از پیش فرض های نوسان سازی است. از نظر تنظیم های DC آی سی ، وجود R1 الزامی است، تا ولتاژ ورودی این قطعه در حد نصف ولتاژ تغذیه حفظ کند. برای جلوگیری از تضعیف موج ایجاد شده، مقدار مقاومت R1 حداقل باید 10M باشد. که معمولاً به آسانی یافت می شود. البته مقاومت های مورد استفاده در نوسان سازها معمولاً 1M هستند، اما این مدار با مقادیری در این حد کار نخواهد کرد.

شکل موج ورودی سینوسی ، و شکل موج خروجی مربعی است. توجه داشته باشید که این آی سی از نوع HCU می باشد. این نوع آی سی ها بافر نشده اند. البته ساخت این نوسان ساز با انواع HC نیز امکان پذیر است، اما در آن نمی توان عملکرد مدار را تضمین کرد. در صورت استفاده از منبع تغذیه ۵ ولت ، جریان مصرفی مدار از 1mA بیشتر نخواهد شد.

شکل شماره ۸ ، یک معکوس کننده بافر نشده سری HC ، به تنهایی می تواند به عنوان نوسان سازی پایدار عمل کند. کریستال مورد استفاده می تواند از نوع غیر اساسی (فرکانس پایین) یا از مدلهای با هارمونی بالا (فرکانس بالا) باشد. شکل ۸ نقشه مدار نوسان سازی را نشان می دهد که کریستال مورد استفاده آن در هارمونی سوم کار می کند. توجه داشته باشید که نوسان سازی فقط در هارمونی هفتم یا نهم امکان پذیر است. وجود حرف U در شماره آی سی نشان دهنده این است که خروجی آی سی بافر نشده است. این نوع آی سی ها نسبت به انواع HC برای استفاده در مدارات نوسان ساز مناسب تر هستند. کریستال مورد استفاده ظرفیت خازنی دارد، که 30pF می باشد. این مقدار را نباید بی اهمیت فرض کرد، زیرا که ظرفیت خازنی مذکور و L1 مدار تشدید را تشکیل می دهند که فرکانس تشدید آن از فرکانس مورد نظر کریستال کمتر است. چنین آرایشی از نوسان خود به خودی کریستال در فرکانس اصلی جلوگیری خواهد کرد. مقدار تعیین شده برای مقاومت R1 برابر 3/3M اهم است، اما می توان مقادیری بین 1-10 مگا اهم را به جای آن به کار برد.

مدار شماره یک را می توان با منبع تغذیه ۵ ولت و فرکانسهایی تا حد 40 MHz به کار برد. تراشه HCU04 برای کار در فرکانس های بالاتر از 40 MHz مناسب نیست. کریستالی که در فرکانس اصلی کار می کند، به مدار تشدید احتیاجی ندارد. مدارهای ۲ و ۳ هر دو برای این کار مناسب می باشند. تفاوت این دو مدار در استفاده از مقاومت یا خازن در خروجی است. برای فرکانس های کمتر از 2 MHz ، مدار ۳ مناسب تر است، در حالی که برای فرکانس های بالا تر مدار ۲ مناسب تر است.

هنگام محاسبه مقادیر قطعات، توجه داشته باشید که ظرفیت محاسبه شده برای C4 نصف ظرفیت C1 و C2 است.



شکل ۲-۸

شکل ۱-۸

نوشته و ترجمه شده توسط عبدالسلام رسولی مقدم (دانشجوی مهندسی الکترونیک)

Salam.rasuli@gmail.com

