

Utökning av mätområdet på ett mätinstrument med LED

Som rubriken säger skall denna artikel handla om en möjlighet att få ett mätinstrument att visa mer info än vad som är brukligt.

När jag har bytt ut mina glödlampor i skalbelysningen på en del av mina sändare, så är det väldigt enkelt att leka med de olika färger som dioderna finns i. Dessutom finns många dioder med flera chip i samma hölje, detta innebär att du lätt kan få en diod att byta färg då ett mätvärde passerar ett bestämt gränsvärde.

Det är ganska bra att koppla t.ex. ALC-signalen så att när man passerar max så växlar t.ex. mätaren för anodström från grön bakgrundsbelysning till röd bakgrundsbelysning. Eller så kan man lägga en varning att ståendevågförhållandet är för högt, och då byter någon belysning färg.

Det finns även blinkande dioder som kan få ett skalfönster att börja blinka rött när t.ex. slutsteget är för varmt.

Lysdioder finns i enfärgade, två-färgade samt i trefärgat RGB-utförande. RGB-dioderna innehåller tre chip som har en gemensam anslutning och kan lysa med Röd, Grön eller Blå färg. Genom att kombinera dessa färger kan man liksom på en färg-tv skapa "alla" färger t.ex. vitt, orange, lila etc.

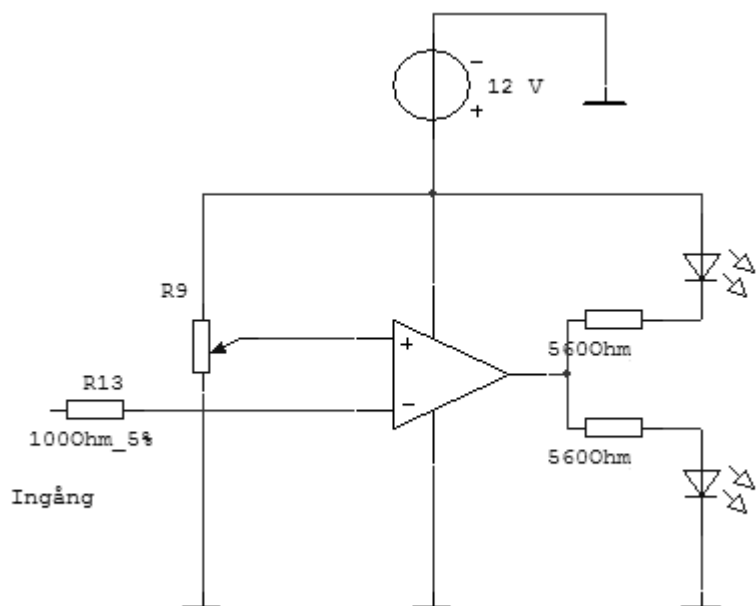
Genom att byta ut en enfärgad diod mot en trefärgad så kan man få den att visa tre tillstånd utan att man borrar fler hål i panelen, eller om man monterar några RGB-dioder bakom skalfönstret så kan man få skalan att växla färg när vi passerar bandgränser etc.

Denna varningsteknik är vanlig inom mättekniken, där t.ex. digitala mätklockor för mekanisk mätning ofta växlar färg på "display backlight" då vi passerar en mätgräns.

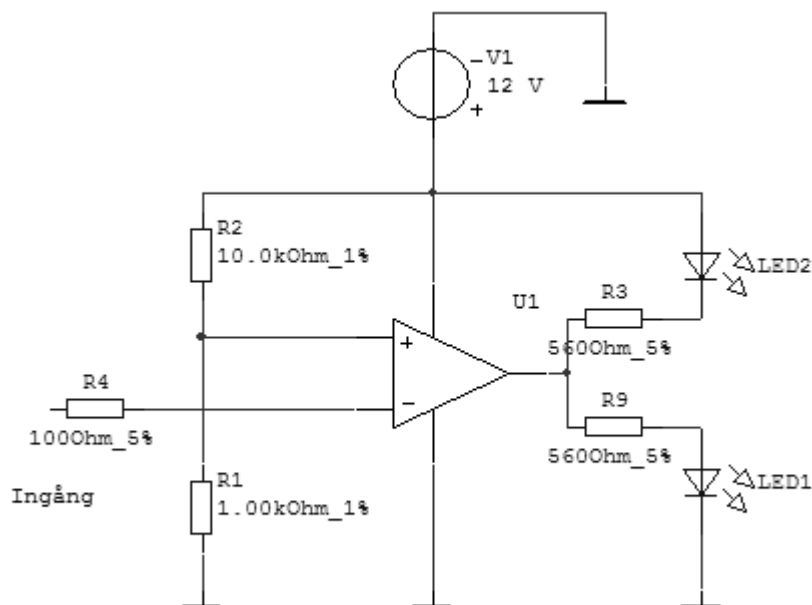
Hur kopplingen växer fram

För att åstadkomma denna växling behöver vi oftast någon form av komparator. Komparatorn är oftast en operationsförstärkare som är kopplad så den jämför signalen mellan + och - ingången, och utgången är antingen fullt positiv eller fullt negativ beroende på vilken av ingångarna som är störst. Denna funktion att skifta mellan fullt åt ena hållet till fullt åt andra hållet är nödvändig då vi oftast vill ha ett väl definierat omslag när vi passerar vår mätgräns, vi vill inte att färgerna skall "tona" sakta när vi passerar omslagspunkterna.

Om vi tittar på en typisk komparatorkoppling enligt bilden så har vi en ingång som vi skall koppla till vår signal som vi vill mäta, den andra ingången kopplar vi till en potentiometer eller spänningsdelare med fasta motstånd där vi kan ställa in det gränsvärde då vi vill att lysdioderna skall växla.



Med en komparatorkoppling med potentiometer att justera omslagsnivån med börjar vi att testa lämplig nivå på vår referenspunkt. Med denna koppling letar vi efter "rätt" ställe i vår radio för att få tag i en signal som skall förse oss med lämpliga värden. Kretsen är "höghög", vilket gör att vi kan testa olika punkter i vår radio utan att riskera att påverka andra kretsar för mycket. Om vi avser att testa i en radio med elektronrör behöver vi kolla med en voltmeter först så vi inte matar in för mycket spänning på komparatorns ingång.

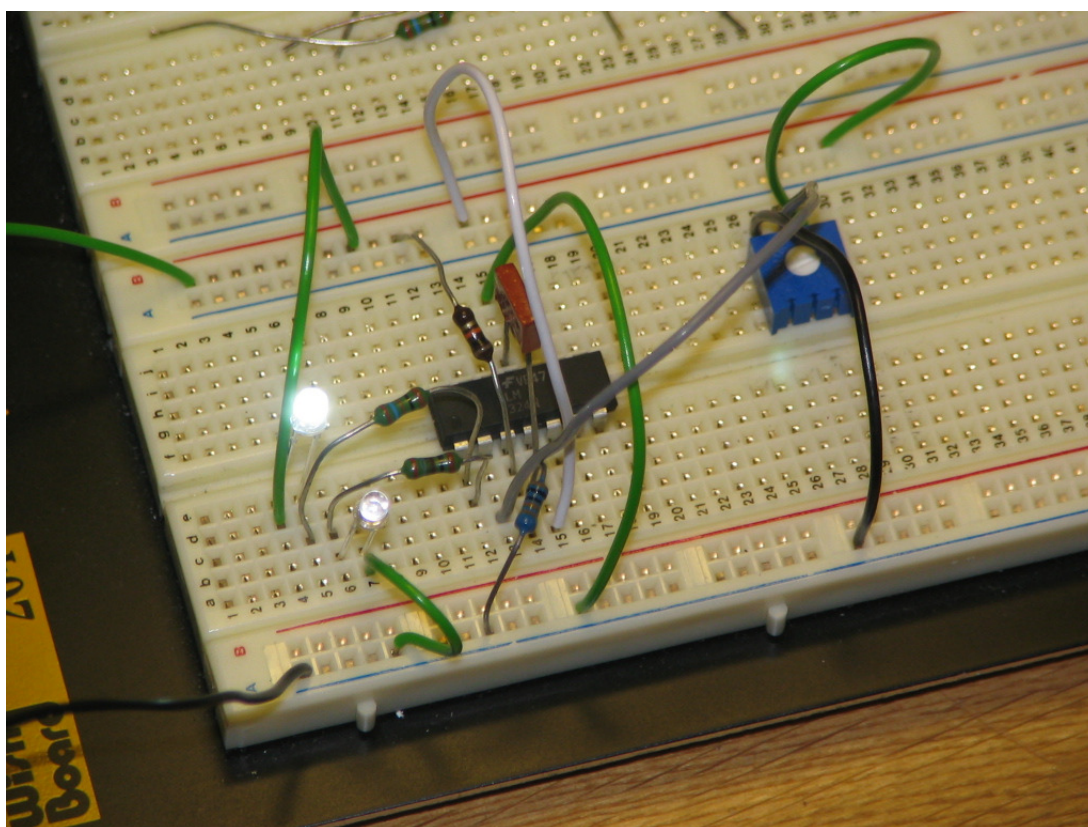


En typisk komparatorkoppling där vi har två LED som växlar vid vår omslagspunkt. Med 12 V så får vi $12 \text{ V} \times 1\text{k} / (10\text{k} + 1\text{k}) = 12 \times 1/11 = 1.1 \text{ V}$ för omslag.

Det finns både operationsförstärkare och speciella komparatorer som fungerar alldeles utmärkt. Vad man kan kolla är att den krets man avser använda är lämpad att använda med enkel eller dubbel matningsspänning beroende på vad som finns att tillgå i den apparat man ämnar utföra ombyggnad av "presentationsinterfacet", (kul namn på skalfönster).

Jag brukar använda kretsen LM324 som innehåller fyra op-förstärkare och som funkar bra på både enkel och dubbel matningsspänning. Det finns då en förstärkare att normera mätsignalen med och tre att ha som komparatorer. Beroende på hur många dioder som skall tändas så brukar jag ibland använda en buffer eller buffrad inverterare mellan komparatorn och lysdioderna.

Ett ställe som inte är en radio men där jag tycker att funktionen kan fås vara väldigt praktisk är om man har ett spänningsaggregat med strömbegränsning. Jag provade att låta ampérmetern lysa intensivt rött då aggregatet strömbegränsar, funkar väldigt bra då det ofta är ströminstrumentet som jag kollar på när jag testar en ny koppling



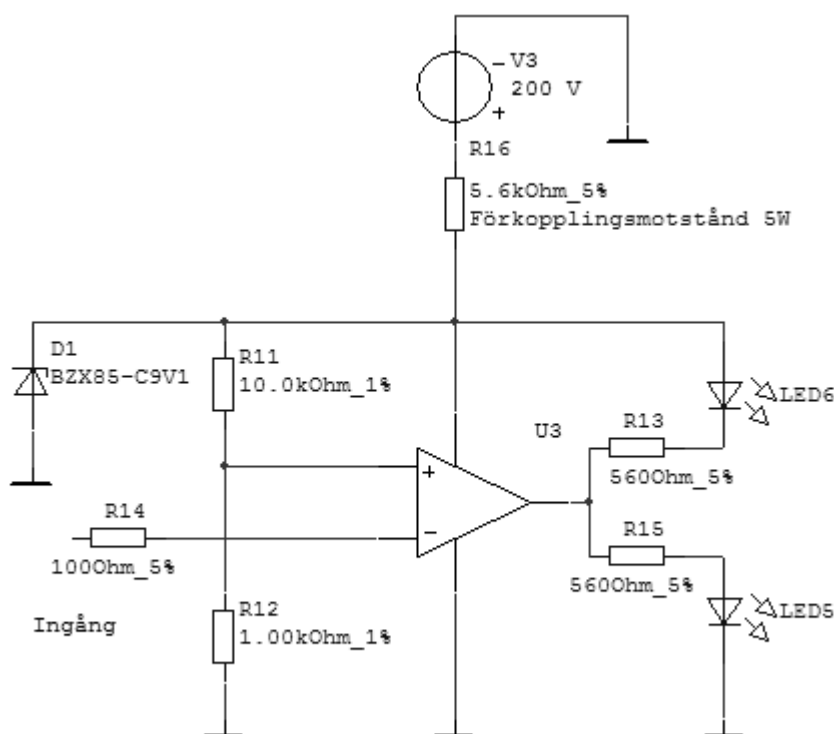
Här är en komparator byggd runt en LM324, till höger sitter en potentiometer som ger "insignalen" och till vänster syns de bägge dioderna som växlar vid omslag. Till vänster syns även de bägge sladdarna som kommer från spänningsaggregatet. Mer komplicerat än så här behöver det inte bli.

Referensspänning med "procenträkning"

Om man läser datablad om komparatorer så blir man oftast förskräckt över vilken precision man behöver ha på sin referensspänning, och så avstår man från att prova. Denna precision är inget vi behöver utan kan ses som ett sätt för tillverkaren att skryta med hur stabil komparatorn är om ref-spänningen är stabil.

För vår del funkar det alldeles utmärkt med en zenerdiod som stabilisering till ref.-spänningen, och oftast funkar det utmärkt att använda matningsspänningen direkt via en potentiometer som referensspänning.

Enda gången vi behöver vara lite noggranna med spänningsreferensen är om vi monterar komparatorn i t.ex. en rörapparat och måste ta spänningen via en spänningsdelare från anodspänningen. I detta fall kan vi lätt råka ut för att motstånden i spänningsdelaren ändrar värde lite när de blivit varma, och det kan vara lämpligt att plocka dit en eller ett par zenerdioder på matningsspänningen och referensspänningen, se schemaförslg.

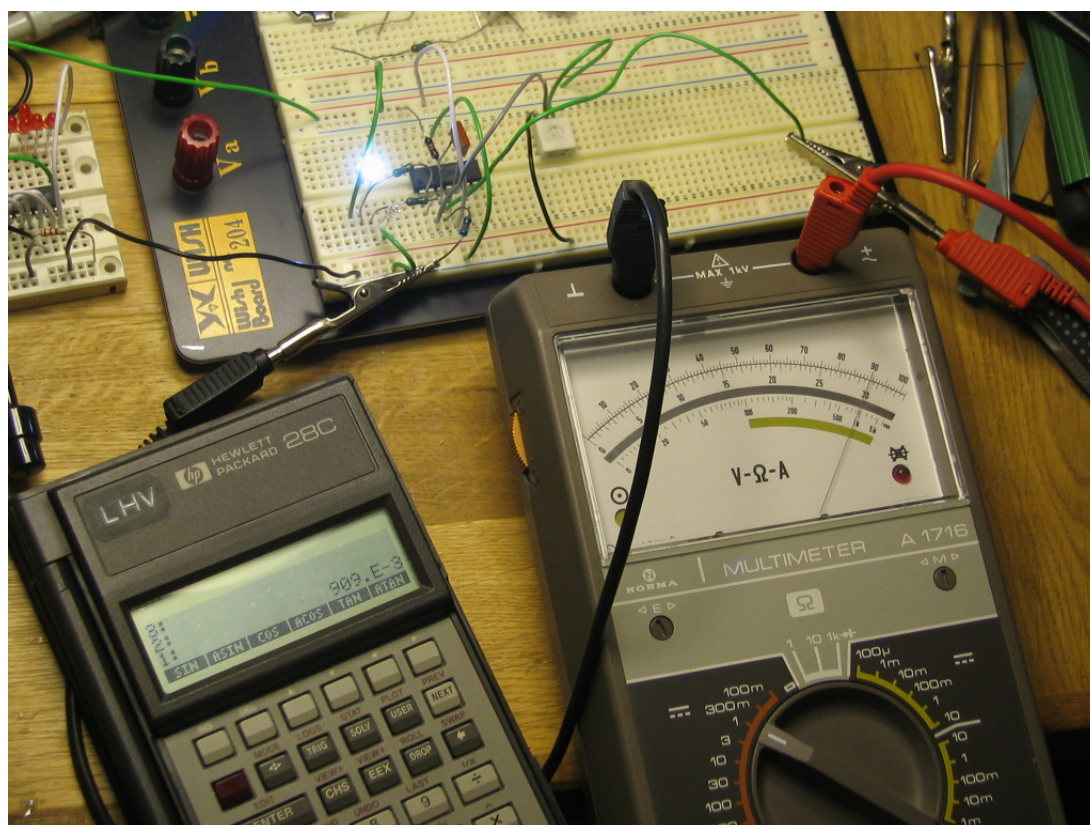


Schemaförslag på en komparator som får sin matningsspänning från anodspänningen via ett motstånd på ca 5 kOhm, detta motstånd blir ganska varmt (här blir det ca 5W) och detta motstånd bör monteras på lödstöd vid sidan om labkortet så att vi får bra kylning och så vi inte värmer upp komparatorn. Bäst är om vi kan likrikta glödspänningen och använda den till att driva komparatorn, men det är inte alltid möjligt.

När vi skall beräkna vår omslagspunkt för komparatorn behöver vi inte ens använda Ohm:s lag, det funkar alldeles utmärkt med procenträkning. Vi får ett omslag när spänningen in passerar referensspänningen som vi har mitt i spänningsdelaren.

För att beräkna referensspänningen i en befintlig spänningsdelare kan vi räkna enligt följande: $(\text{Motstånd } R1) / (\text{Motstånd } R1 + R2)$ detta är ren procenträkning enligt delen/hela, multiplicerar vi kvoten med matningsspänningen så får vi vår referensspänning, där vår komparator kommer att skifta.

Om vi vet vid vilken spänning som vi vill ha omslag vid så använder vi procenträkning igen, men nu tar vi kvoten mellan $U_{ref} / \text{Matningsspänningen}$. Multiplicerar vi sedan kvoten med totala resistansen i vår spänningsdelare får vi veta värdet på $R1$.



Kontroll av omslagsnivån.

Att som här mäta i en höghmig spänningsdelare kan vara lurigt, instrumentets inre resistans påverkar spänningsdelaren tillräckligt för att vi kan få en betydande felindikering. Samtidigt får vi ett exempel på hur känslig komparatorn kan vara vid omslag. Det använda instrumentet har 2 Mohm inre resistans, ändå så ser jag en påverkan av omslaget (dioderna växlar) när jag ansluter mätsladdarna. Att använda räknaren flitigt och att lära sig att lita på sina beräkningar gör alltid labbandet enklare.

Bilden visar att uträknat värde skall vara 0.909 V, och uppmätt visar 0.9 V.

Exempel: vi vill ha ett omslag vid 1.85 volt, och vi har en matningsspänning av 12 volt.

Vi säger att vi vill ha en höghmig spänningsdelare, så vi sätter den totala resistansen till 100 kohm.

$(1.85/12) \times 100 \text{ kohm} = 15.4 \text{ kohm}$.

Om vi håller oss till de motstånd som finns i E12-serien så väljer vi $R1 = 15 \text{ kohm}$, och $R2 = 100 - 15 = 85 \text{ kohm}$, där väljer vi 82 kohm.

Kontrollräknar vi vår spänningsdelare får vi:

$(15/(15+82)) \times 12 = 1.856 \text{ volt}$, vilket bör fungera alldeles utmärkt.

Naturligtvis kan vi sätta dit en trimpotentiometer (i detta fall på 100 kohm) och justera tills vi får ”rätt” omslagsnivå, och det är där vi oftast börjar för att snabbt hitta en lämplig nivå för indikeringen, men vill vi ha en koppling som är långtidsstabil när vi sedan monterar den i radion använder vi lämpligen en fast spänningdelare.

Mot en praktisk koppling

Innan vi kopplar i vår ”drömrigg” så kan det vara smart att bekanta sig med komparatorn lite via ett par lab-kopplingar, lämpligen så använder vi en typkoppling enligt nedan.

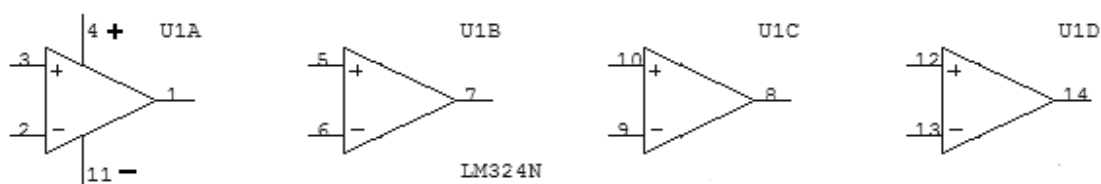
Det vi kontrollerar med en dylik uppkoppling är att vi hittar rätt omslagsnivåer och att tidskonstanten för omslaget är rimlig.

Tidskonstanten är i detta fall hur länge som lysdioden skall lysa efter att signalen sjunkit under gränsvärdet. Om vi mäter på en likspänning som redan är filtrerad med lämplig tidskonstant så behöver vi inte fundera så mycket vidare på detta, men om mätsignalen är t.ex. en växelspänning som vi först måste likrikta då kommer vi att råka ut för att komparatorn följer växelspänningens envelopp, och därför endast tänd den korta tid som halvperioden är över ref-spänningen. Resultatet av detta blir att vi får ett omslag som är så snabbt att vi inte hinner uppfatta att dioden lyser.

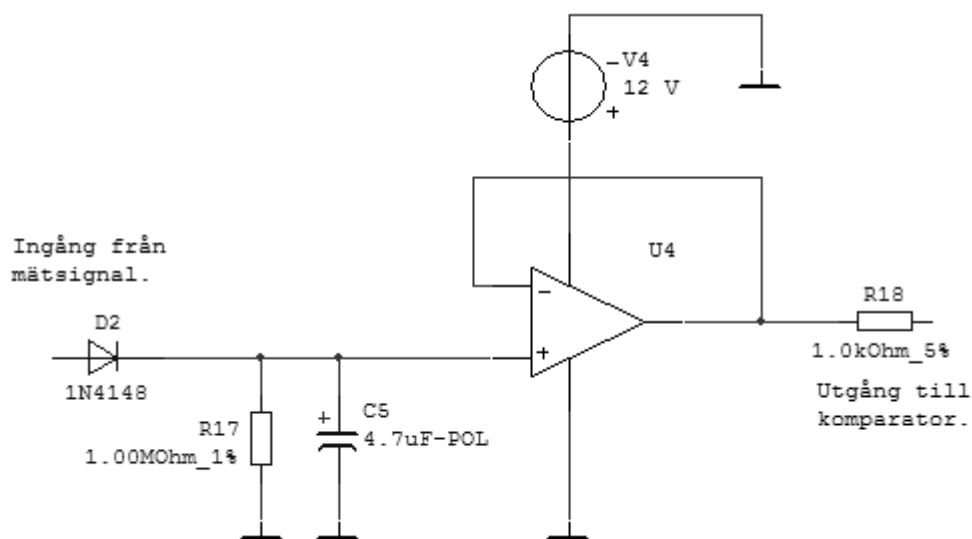
I detta fall måste vi ha en koppling med likriktare och kondensator enligt nedan så att vi säkert vet att lysdioden lyser så länge att vi säkert hinner uppfatta den som tänd, annars försvinner vitsen med hela kopplingen. Genom att välja en OP-förstärkare som spänningsföljare får vi väldigt hög ingångs impedans, så hög att vi enkelt kan få dioderna att förbli tända flera minuter efter det att spänningen sjunkit under omslagsnivån.

Vi kompenserar detta med att antingen välja en mindre kondensator eller genom att koppla ett motstånd parallellt över kondensatorn.

Man får testa lite med kondensatorn så att man får lagom ”tröghet” i blinkandet då signalen ligger i närheten av gränsvärdet.



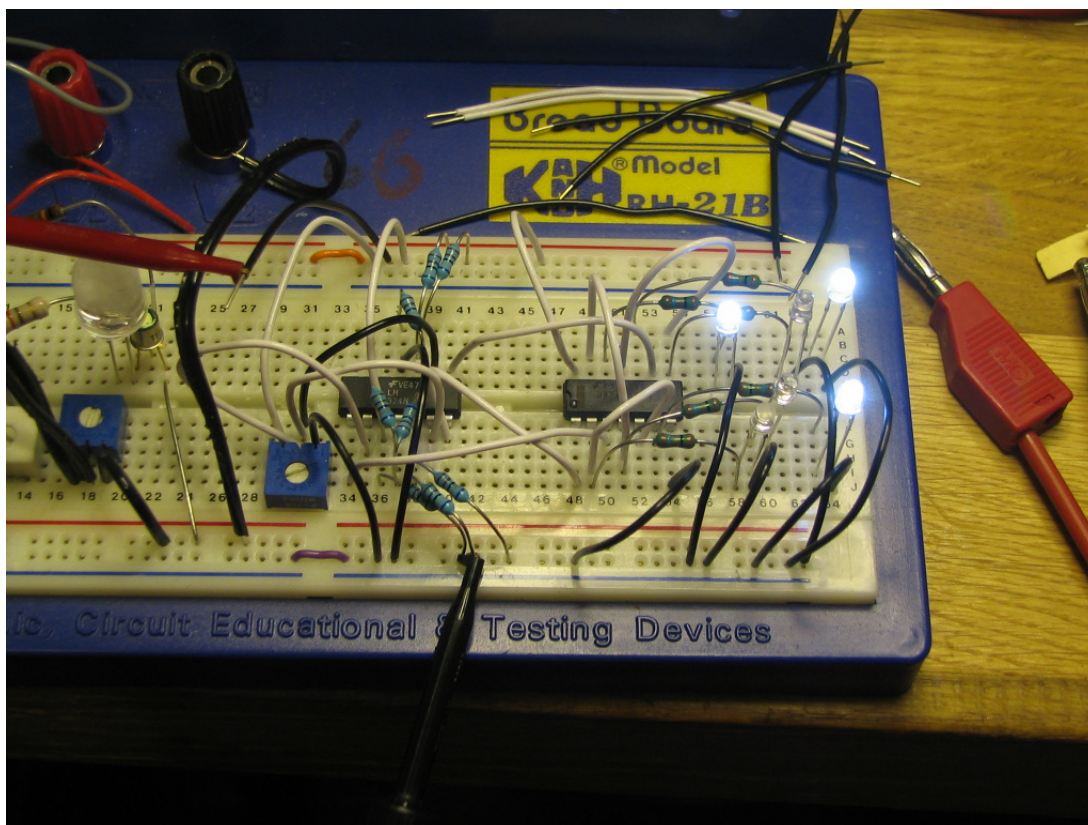
De fyra förstärkare som finns i en LM324 har följande numrering. De förstärkare som inte används behöver inte anslutas. Matningsspänningen brukar funka bra mellan 5-15 V, enkel spänningsmatning, dvs + på stift 4, och - = jord på stift 11. Anslut gärna en kondensator på 0.1 uF mellan stift 4 och 11 så blir omslagen mer ”distinkta”.



En enkel likriktare som består av en signaldiod (D2) och en RC-krets (R17 och C5), samt en operationsförstärkare kopplad som spänningsföljare. Med detta värde på R och C kommer vi att få en fördröjning på flera sekunder innan dioderna återgår.

För den som inte är van att bygga om sina apparater så är det att rekommendera att man gör alla dessa experiment utanför apparaten med endast de sladdar som behövs för mätsignalen inkopplade, annars har man snart en apparat med sönderbränd isolering i kablaget och lödöar som lossnar från kretskorten, och planen var att vänta lite med att utbilda oss till kvalificerade reparatörer en stund till....så vi måste skaffa oss en utvecklingsplattform som tillåter oss att prova en hel del varianter innan vi slutligen bestämmer oss för hur den krets som vi monterar i vår apparat skall se ut.

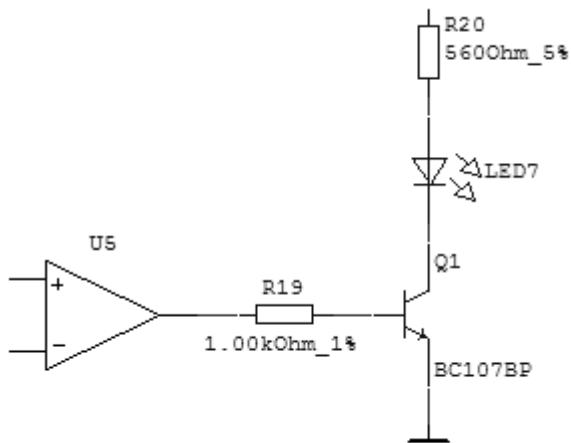
Om det är en apparat ur den generation som har hålmonterade kretskort eller en apparat med rör som är byggd delvis på lödstöd så är det oftast ganska okomplicerat att löda in ett par extra sladdar för att få ut signalen till vår labkoppling. Men om vi har en apparat med ytmonterade kort gäller det att inte ha för grova sladdar när vi hämtar vår mätsignal på kretskortet. Jag brukar i dessa fall använda virtråd som jag partvinnar (jag tvinnar signal- och jord-ledare omkring varandra) och kan sedan löda dessa tunna ledare i apparaten utan att riskera att kortsluta flera ledarbanor bara för att kabeln var för grov. För de som inte vet vad virtråd är så är Elfa nr: 55-245-25 röd, och 55-245-33 svart (AWG 30 = 0.25 mm i diameter och area = 0.05 mm²) ganska bra, den är försilvrad och väldigt lätt att löda. Om man nu inte har någon virtråd så är det kanske lite "onödigt" att köpa en hel rulle, men man KAN råka att gilla labbandet och då kan den vara bra att ha nästa gång..... det finns väldigt många "bra att ha" ursäkter när man håller på och labbar....;-)



En koppling som denna låter oss testa flera vilda idéer. På denna test koppling är det tre komparatorer som är kopplade till varsin buffrad inverterare 7404, dessutom är varje inverterare kopplad till en extra inverterare. Varje utgång från inverterarna är kopplade till varsin lysdiod. Vi får då funktionen att vi växlar mellan två färger vid varje omslag.

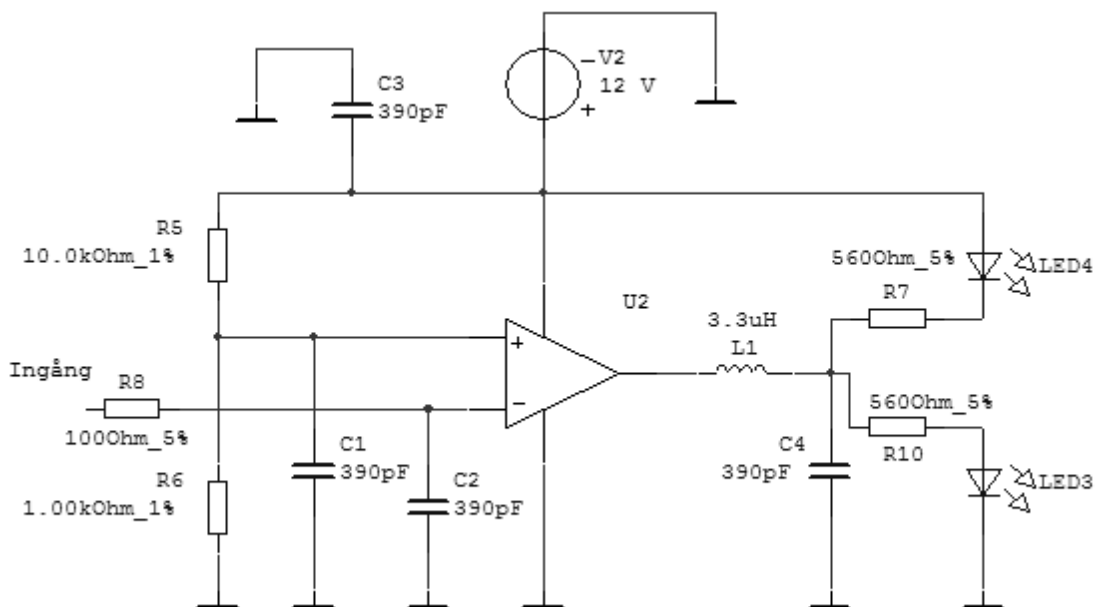
Jag vill inte påstå att den senare växlingen som jag har lagt till genom de extra inverterarna är nödvändig eller ens önskvärd, men genom att testa på lite olika sätt så kommer man fram till hur kopplingen skall se ut för att just DU skall få optimal funktion i just DIN radio.

Den komparator vi väljer klarar oftast inte att driva en eller flera lysdioder direkt, utan vi får ta hjälp av en buffrad inverterare eller en transistor enligt nästa schema. En vanlig NPN-småsignaltransistor klarar oftast lätt 100 mA, och vi behöver endast ett motstånd på 1-10 kOhm mellan utgången på komparatorn och basen på transistorn. Vi kan även låta komparatorn driva direkt en LM3590 lysdiodsdrivare som då ser till att dioderna får rätt ström.



Vi ansluter plus till R20 och vi kan ha mer strömförbrukande LED med denna koppling. Vill vi tända en "Power-LED" så använder vi en transistor som klarar 1A, samt att vi behöver anpassa R20 så dioden får lagom ström. Men att sätta "Power-LED's" i skalfönstret gör att vi får ha solglasögon på när de tänds.....;-)

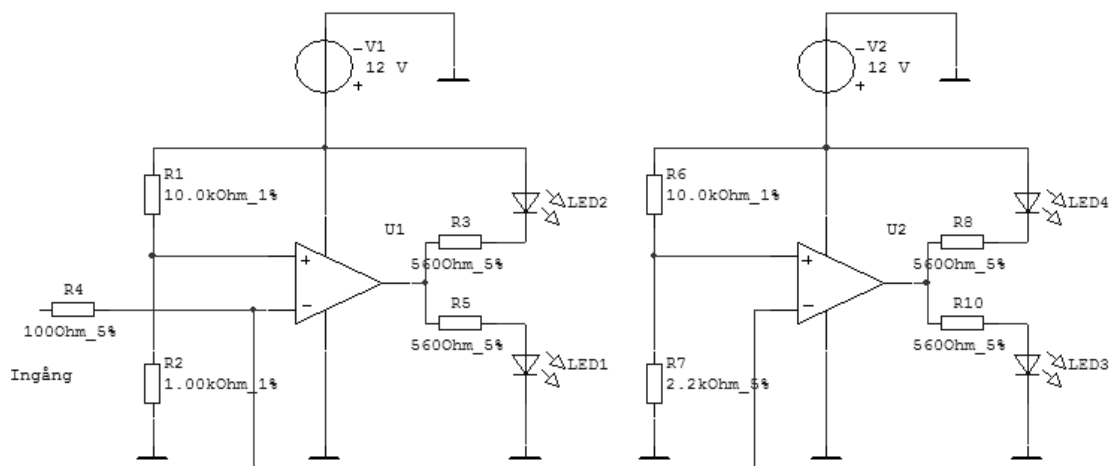
Min labbkoppling blev en test där jag limmade tre röda lysdioder på baksidan av ett mätinstrument med hjälp av smältlim, när sedan gränsvärdet överskrids så lyser instrumentskalan intensivt rött. Eftersom vi ämnar placera kopplingen i närheten av radiosändare så bör vi montera lite avkopplingskondensatorer så att inte radiosignalen ställer till det för mätsignalen.



Här har jag ritat in lite kondensatorer och en spole för att hindra RF-signalerna från våra sändare att påverka kretsen. Värdet på 390 pF är inte på något sätt kritiskt, det mesta i kondensatorväg mellan 100 pF – 1 nF bör funka, välj helst små keramiska kondensatorer. Om vi inte hindrar sändarens signal kan vi få den effekten att alla dioder lyser samtidigt som vi sänder.....

När sedan allt verkar funka till belåtenhet så monterar vi alla komponenter på ett litet labkort (t.ex. Vero board) som passar på något lämpligt ställe i vår apparat. Och visst kan man montera detta kort med smältlim.

Om vi nu vill att det skall skifta mellan flera färger när signalen passerar olika nivåer så kan vi låta signalen gå till en till komparator som är inställd på ett högre omslagsvärde.



Här har vi kopplat två komparatorer med olika omslagsnivåer till samma ingång. U1 kommer här att växla först vid 1.1 V, U2 växlar sedan vid 2.2 V. Att här använda fyra dioder som växlar är troligen inte ”optimalt”, men genom att koppla upp kretsarna på ett lab-bord så kan vi snabbt bilda oss en uppfattning vilka dioder som skall växla och vilka färger dioderna skall ha.

Med denna koppling så slocknar inte de redan tända dioderna, utan färgerna blandas med varandra, först så kan det tyckas att det förtar mycket av indikatoreffekten, men dioderna lyser oftast så intensivt så att det blir ganska snygga färgeffekter. Har vi en ensam RGB-diod som indikator t.ex. monterad i frontpanelen så är det ingen nackdel att flera färger lyser samtidigt, indikeringen blir väldigt tydlig då ljusintensiteten hela tiden ökar i takt med att flera färger adderas.

Om man vill att dioderna skall avlösas varandra kan man låta ett litet logiknät finnas mellan komparatorernas utgångar och dioderna, eller så kan vi låta programmera en liten PIC-processor, men då har vi lämnat syftet med denna artikel. Men kanske kan vi återkomma till att sköta indikeringen med hjälp av en PIC i en kommande artikel.

Av SM7MCD, Leif Nilsson, ursprungligen skrivet för KRAS-nytt 2007.

Copyright © Leif Nilsson

