

Det här är ett bygge till en flexibel larmenhet. Den kan användas parallellt med befintligt larm eller för sig. Syftet kan vara att skrämma bort en inkräktare innan de brutit upp fönstret och är inne i huset. Enheten larmar dig men inte nödvändigtvis grannen.

Av Nils-Åke Petersson



FLEXIBELT LARM

BYGG SJÄLV

För en tid sedan läste jag en presentation av en ny siren med så kraftiga ljudeffekter att det helt enkelt inte gick att vara i närheten. Säkert bra om man inte har sovande grannar i närheten!

Tysta larm som gör det möjligt att ta tjuven på bar gärning förespråkas av många. Kan fungera bra där polis finns på plats inom 5 minuter, men otillräckligt på landsbygden.

Tysta larm med filmkameror och andra elektroniska fingeravtryck är förnämligt, speciellt om de kombineras med en skrämseleffekt som startat efter att bilderna är tagna. Tyvärr är systemet dyrt.

Dessa tre exempel har det gemensamt att de i regel förutsätter att man låter inbrottet ske innan larmet utlöser och åtgärder vidtages. Det innebär i sin tur att materiell förstörelse oftast är ett faktum.

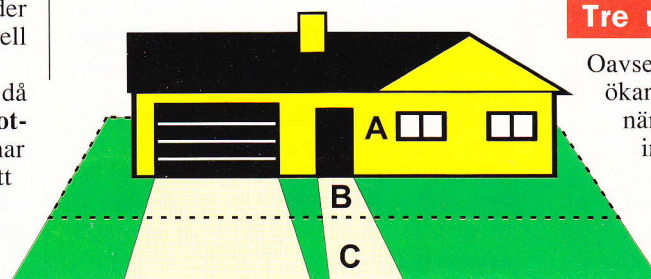
Ett komplement eller ett alternativ är då att skrämma bort inkräktaren innan brottet är begånget. För den enskilde har denna teknik den uppenbara fördelen att den materiella förstörelsen blir minimal och man kanske slipper vakna när inkräktaren redan är inne i huset.

Ett tidigt och flexibelt larm behöver inte heller vara kostsamt. Om man

använder fantasin på de lokala förutsättningarna och är steget före kan överraskningen vara ett effektivt vapen. Varje signal som indikerar upptäckt skapar oro och osäkerhet.

Många använder en närvarosensor för att tända ytterbelysningen. Det är ofta en standardlampa som inte förknippas med larm utan istället hälsar välkommen! För att avskräcka och få en ovälkommen gäst att vända om, måste larmfunktion vara tillräckligt tydlig.

Det här är ett enkelt bygge som gör det möjligt att använda till exempel en siren i avskräckande syfte utan att nödvändigtvis slå på full effekt redan vid grinden.



Figur 1: Exempel på larmzoner.

Tre säkerhetszoner

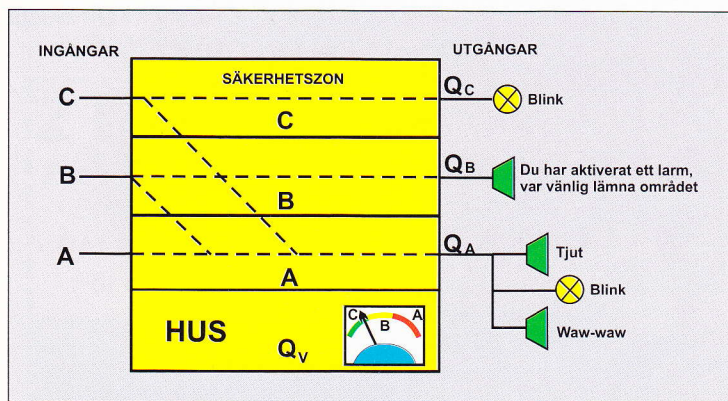
Den koppling vi skall titta på arbetar med tre zoner A, B, C som motsvarar olika larmintensitet. Zon C kan till exempel vara vid tomtgränsen, B ett område runt huset och A inne i huset. (figur 1)

Larmenheten har ingångar A, B och C som är mottagare för signaler från var och en av zonerna. De tre ingångarna skall registrera närvaro och påverkar då larmet med olika intensitet. A ger snabbt fullt larm, B har en mera långsam effekt och C ännu mera långsam. En fjärde ingång R kan användas för att snabbt återställa, alternativt aktivera larmet.

Tre utnivåer

Oavsett vilken larmingång som aktiveras ökar larmet i intensitet ju längre tid närvaro registreras i en zon, dvs av en ingång. Om flera ingångar används ökar larmet i intensitet om en inkräktare rör sig från en säkerhetszon in i nästa.

Larmenheten har fyra olika utgångar. Q_A är den pulsan- de utgången för stegrande



Figur 2: Blockschema på larmet.

larmeffekt, Q_B ger en fast utsignal på mellannivån och Q_C en fast signal på lägsta nivån. En fjärde utgång Q_V reflekterar larmnivån som en kontinuerligt spänningsnivå. (figur 2)

Utgångarna ger larmenheten stor flexibilitet. Den kan fungera med en enda utenheter t ex en siren eller en strålkastare kopplad till Q_A . Det går också att koppla olika utenheter för mellannivån och den lägsta nivån. Detta kan t ex användas för styra en ljudenhet till olika inspelade meddelande eller att skifta mellan olika typer av utenheter som ljud- eller fotoenheter.

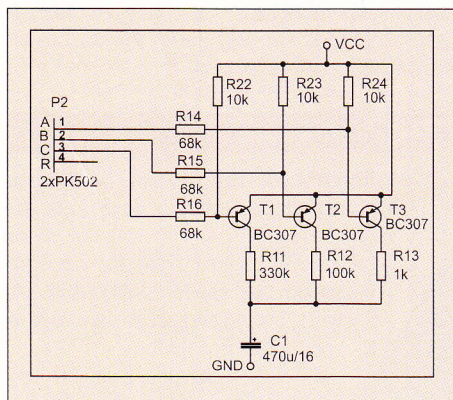
Analog eller digital

Så fort man skall bygga något lite mera invecklat står valet mellan digital eller analog konstruktion. En mikroprocessor kan ge det mest flexibla larmsystem man kan tänka sig.

Ett analogt lösning blir med nödvändighet mindre flexibel och på sätt och vis mera invecklad. Fördelen är dock att den bli billigare och den kräver ingen programmering. Dessutom slipper man de problem med störningar (EMC kraven) som varje bygge med mikroprocessor måste tåmpas med. Vi har valt en analog lösning med billiga standardkomponenter denna gången.

En kondensator är grunden

Grunden i vårt analoga system är en kondensator som laddas upp med olika stora strömmar. (figur 3)



Figur 3: Ingångar till larmenheten.

Varje ingångssteg består av en PNP-transistor. Om en ingång är oansluten ligger bas och emitter på samma spänningsnivå och det kan inte flyta någon basström och transistorn är strypt.

Om en larmindikator med öppen kollektor-

utgång (OC) eller relä kopplar en ingång till 0 V leder däremot transistorn. (figur 4)

Som framgår är det inget som hindrar att flera olika larmgivare ansluts till en och samma ingång dvs om de har OC- eller reläutgång.

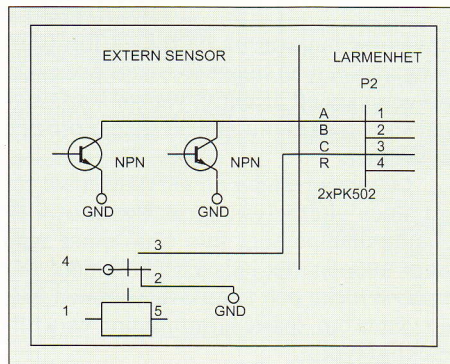
När en ingång aktiveras och dess transistor leder kommer ström att flyta genom ett motstånd (R_{11} , R_{12} eller R_{13}) vilket laddar upp kondensatorn C_1 .

Tiden det tar att ladda upp en kondensator av viss storlek beror på strömstyrkan och som du ser av schemat (figur 3) kommer transistorerna att koppla in olika stora strömmar eftersom det är olika värde på R_{11} , R_{12} och R_{13} .

Återgången

Larmintensiteten går tillbaka genom urladdning av C_1 vilket kan ske på tre olika sätt. (figur 5).

Direkt över C_1 ligger ett motstånd R_8 som laddar ur kondensatorn. Storleken på R_8 avgör hur snabbt larmintensiteten skall



Figur 4: Lämpliga utgångar för larmgivaren.

gå tillbaka när ingen sensor längre indikerar larm. R_8 påverkar också hur högt spänningen kan stiga eftersom den är en del i en spänningsdelare med R_{11} , R_{12} eller R_{13} . (Mer om detta i slutet).

C_1 kan även urladdas om transistorn T_4 leder. I det här fallet är det R_{17} som bestämmer urladdningstiden. Om någon av ingångarna A, B, C är aktiverade kommer T_5 att vara strypt och påverkar ej uppladdningen av C_1 .

Om R - ingången kopplas till 0 V kommer inte C_1 att laddas upp oavsett om någon

larmingång är aktiverad eller inte. Larmet är då avstängt.

Om R inte används (ej inkopplad) kommer C_1 automatiskt att laddas ur genom R_{17} i det ögonblick varken A, B eller C är aktiverade längre.

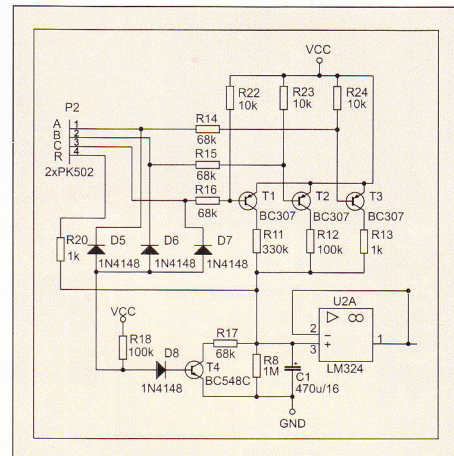
Med ett stort värde på R_{17} kommer larmet att gå sakta tillbaka och man kan då själv avaktivera genom att koppla R - ingången till 0 V.

Om man kopplar en hög spänning (Vcc) till R ingången blir det en snabbuppladdning av C_1 genom R_{20} vilket utlöser larmet direkt på högsta nivån.

Spänningsföljaren

Som framgår (figur 5) är spänningen över C_1 kopplad till (+) - ingången på en operationsförstärkare (OP) som fungerar som spänningsföljare.

Fördelen med denna koppling är att OP:n inte drar någon ström (så gott som) på sin ingång och belastar sålades inte C_1 . Den



Figur 5: Kondensatorn med spänningsföljare.

spänning som ligger över kondensatorn finns även på spänningsföljarens utgång.

Larmnivåerna

Nu vet du hur du kan påverka både upp- och urladdningshastigheten av C_1 . Det är spänningsnivån över C_1 som skall ge olika larmintensitet och nivåer.

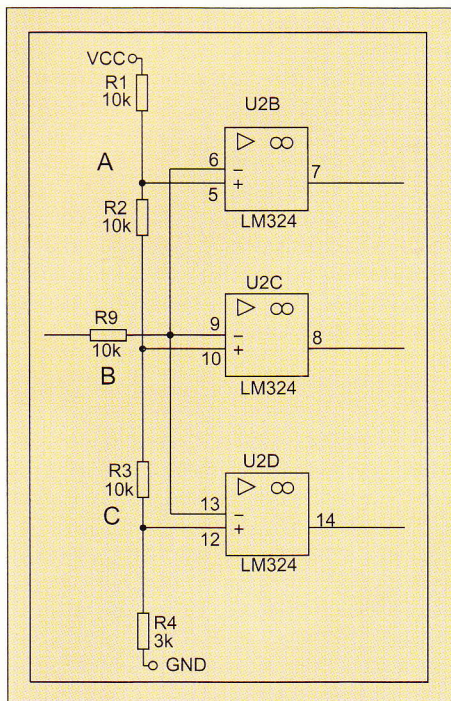
Den pulserande larmutgången (Q_A) med tre olika intensitetsnivåer bygger på tre komparatorer (figur 6) och en timerkrets.

Vi använder här de tre återstående OP-förstärkarna i en LM324 och kopplar dessa som komparatorer ($U2B$, $U2C$ och $U2D$).

En spänningsdelare R_1 , R_2 , R_3 och R_4 bestämmer de referensnivåer som ligger på komparatorernas plus-ingångar (+) och som ger de distinkta larmnivåerna.

När spänningen stiger över C_1 är detta en spänning som via spänningsföljaren och R_9 hamnar på alla de tre komparatorernas minus-ingångar (-).

När inspänningen är 0V kommer således alla utgångarna att vara höga eftersom



Figur 6: OP kopplade som komparatorer.

alla komparatorernas (+) ingångar ligger över inspänningen.

När sedan spänningen stiger över C_1 kommer först U2D, med den lägsta referensspänningen att slå om till låg och där efter U2C. Om spänningen fortsätter stiga kommer även U2B att slå om till låg utspänning. Man kan enkelt beräkna vilka referensnivåer som gäller för de tre komparatorerna.

För U2D gäller $V_{cc} * R_4 / (R_1 + R_2 + R_3 + R_4)$ som i detta fallet ger $12 * 3 / 33 = 1,1V$.

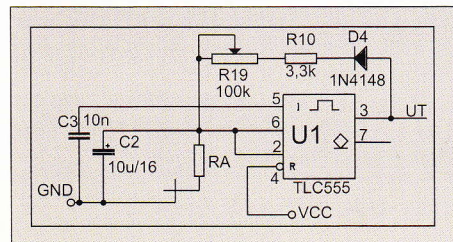
För U2C gäller på samma sätt ger $V_{cc} * (R_3 + R_4) / (R_1 + R_2 + R_3 + R_4)$ som ger $4,7V$.

Till slut gäller för U2B spänningen $V_{cc} * (R_2 + R_3 + R_4) / (R_1 + R_2 + R_3 + R_4)$ som ger $8,4V$.

Larmsirenen

Med hjälp av komparatorerna har vi skapat utsignaler för tre olika larmnivåer. Dessa skall nu användas för att ge möjlighet till tre distinkt olika larmintensitet hos utgång Q_A som vi kan kalla för en **modulerad utsignal**.

Pulsviddmodulering (PWM) används bland annat för hastighetsstyrning av motorer. Genom att variera längden på puls-



Figur 7: Pulsoscillator med 555.

uppehållet regleras likströmsmotorns hastighet.

Samma typ av generator kan användas för pulsviddmodulering av en siren. Man bara arbetar med lägre frekvenser. För den lägsta larmnivån låter man sirenen ge en kort ljudstöt (eller en strålkastare en kort ljuspuls) till exempel varje sekund.

I nästa larmnivå ökar pulsfrekvensen tydligt, till exempel tre gånger snabbare, för att till slut bli en i det närmaste konstant puls och därmed gå upp till full sirenkaraktär (WAW-WAW - ljud) om den högsta larmnivån uppnås.

Vi skall använda våra komparatorer och en timer 555 för att styra vår larmutgång på detta sätt. (figur 7).

Du som läst den tidigare publicerad artikeln om larmsirenen känner till hur 555:an fungerar och vi gör bara en kort funktionsbeskrivning denna gång.

Oscillatorkopplingen känns igen på att ben 6, tröskelkomparatorns ingång och ben 2, triggerkomparatorns ingång är hop-

R_A som laddar ur C_2 bestämmer hur långt pulsuppehållet blir. Med en snabb urladdning av C_2 genom R_A blir pulsuppehållet mycket kort. Med en långsam urladdning av C_2 blir pulsuppehållet långt.

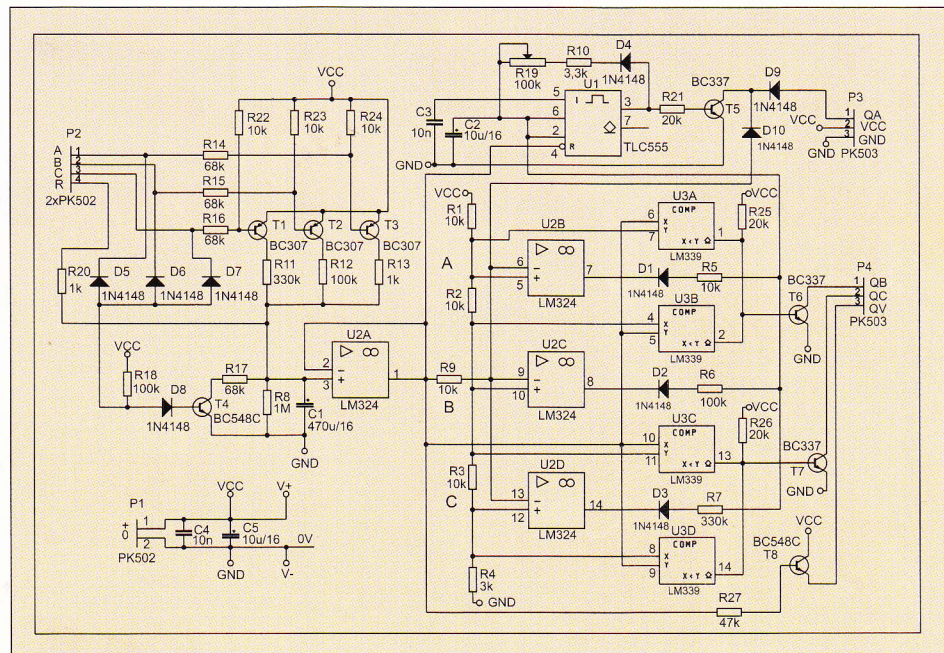
Som du snart skall se kommer vi att låta de tre komparatorerna sköta just uppgiften att ladda ur C_2 dvs de ersätter R_A .

I den här kopplingen **måste** timerkretsen vara en CMOS-typ. Utspänningen på ben 3 från den vanliga 555:an räcker oftast inte, på grund av diodspänningsfallet genom D_4 , till att ladda upp C_2 till $2/3 V_{cc}$ vilket innebär att oscillatorn inte fungerar. CMOS - varianten däremot ger en utspänning lika med V_{cc} .

Larmenheten

Vi skall nu se hur de beskrivna kopplingarna blir till en komplett larmenhet som dessutom innehåller en del andra finesser. (figur 8).

Vid första anblick kan de se lite snårigt



Figur 8: Komplet schema på larmenhet.

kopplade. Tack vare dioden D_4 kan pulslängden ställas in oberoende av pulsuppehållet vilket bestäms av motståndet R_A .

Antag att utgången (U1:3) är låg, dvs ingen puls ut. Genom R_A laddas C_2 ur ner mot 0 V. När spänningen över C_2 når $1/3 V_{cc}$ slår emellertid triggerkomparatorn om och sätter utgången hög.

C_2 börjar nu laddas upp med ström som kommer från utgången. Med lämpligt värde på R_A (eller R_A bortkopplat) i detta läge kommer strax spänningen över C_2 upp till $2/3 V_{cc}$ varvid tröskelkomparatorn slår om och utgången går låg igen.

Genom R_A (nu åter inkopplad) laddas C_2 ur, ner till triggernivån $1/3 V_{cc}$ då utgången går hög igen osv.

Det viktiga att lägga märke till är att $R_9 + R_{10}$ tillsammans med C_2 bestämmer hur lång utpulsen blir.

ut eftersom vi stoppat in ytterligare fyra komparatorer (U3A-D), men försök bortse från dessa till att börja med. Se istället nu hur oscillatorn (U1) är kopplad ihop med de ursprungliga komparatorerna U2B, U2C och U2D.

R_A i oscillatorn (figur 7) ovan har ersatts med komparatorernas utgångar. När en komparatorutgång går låg som resultat av att dess larmnivå uppnåtts kommer den via ett motstånd (R_5 , R_6 eller R_7) ladda ur C_2 . På så sätt bestämmer komparatorerna pulsuppehållet. Om till exempel U2B aktiverats sker urladdningen mycket snabbt genom R_5 som har ett litet värde. Pulsuppehållet blir då kort dvs siren ljuder den mesta tiden.

Om istället enbart U2D har aktiverats sker urladdningen genom R_7 som har ett stort värde. Urladdningen tar då lång tid

➤ dvs pulsuppehållet blir långt vilket innebär att sirenen "bippar" med låg frekvens.

Utsignalen från 555:an styr en transistor T_4 som alltså leder (OC-utgång) under pulstiden ut. När T_4 leder kommer dioden D_4 att tvinga komparatoringångarna till ca 0,7 V vilket innebär att dessa, alla tre, går höga på utgången.

Funktionen blir samma som om R_5 , R_6 och R_7 kopplas bort. Under pulstiden skall ju ingen urladdning ske utan pulstiden är konstant. Först när pulsen är till ända och T_4 slutar leda, kopplas komparatorerna in igen och en urladdning av C_2 sker på grundval av vilken eller vilka komparatorer som aktiveras.

Oscillatorns resetingång U1:4 är kopplad till spänningsföljarens utgång. Tack vare detta kommer oscillatoren att vara helt bortkopplad när ingen larmsensor är aktiverad (spänningen över C_1 är då 0 V).

Logiska utgångar

På det sättet som komparatorerna används för pulsviddsmodulering av utgången Q_A kommer en aktiverad komparator att pulsa på utgången.

Men komparatorernas utgångar representerar olika larmnivåer och det skulle onekligen vara bra om utsignalerna kunde användas till olika typer av larm motsvarande de olika larmnivåerna. Man kan till exempel tänka sig en strålkastare som tänds när U2D aktiveras, en snäll siren av U2C och totallarmet av U2B.

För att en sådan utgång skall vara användbar vill vi dock att den skall vara en fast logisk signal, inte en pulserande. Du ser i schemat (figur 8) hur vi löst detta. Det enklaste var faktiskt att utnyttja de befintliga referensnivåerna till U2 och signalen från C_1 som insignaler till en koppling med två så kallade **fönsterkomparatorer**.

Du som följt byggserien i tidningen känner säker igen såväl IC-kretsen LM339 som kopplingen som fönsterkomparator.

När insignalen (från C_1) ligger mellan referensspänningarna C och B (se spänningsdelaren figur 8) vilket motsvarar larm på den lägsta nivån kommer båda utgångarna från U3D och U3C att vara höga. Då leder transistorn T_7 och utgång Q_C är aktiverad.

Om insignalen ligger under referensnivån C eller över B kommer den ena av komparatorernas utgångar att vara låg och då leder inte T_7 och utgången Q_C är ej aktiverad.

På samma sätt kommer utgången Q_B att vara aktiverad (med låg signal) då insignalen ligger mellan referensnivåerna B och A vilket motsvarar larmenhetens mellannivå.

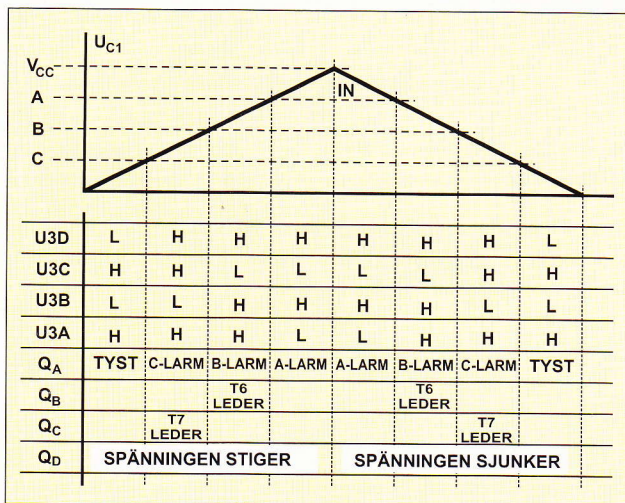
Larmindikering

Utgångarna med öppen kollektor ger stor flexibilitet. Q_A fungerar kanske bäst att driva en ljusenhet eller en siren antingen via ett relä eller via en logisk styringång. För alla tre utgångarna har vi valt lite kraftigare transistorer BC337 för att klara ett mindre relä eller strömmar upp mot 100 mA. Det är inget som hindrar att du använder vanliga lysdioder som indikering. Lysdioden i serie med ett motstånd på 1 - 2 kohm kopplas från + till den logiska utgången.

Stegrande larmspänning

Till slut ytterligare en lite finess som man bara inte kan låta bli att utnyttja. Utspänningen från spänningsföljaren speglar ju kontinuerligt "larmintensiteten". Ett slags mått på larmets allvar! Den här spänningen kan därför vara intressant som styrsignal eller åtminstone som kontrollsignal när man experimenterar.

Som du ser i schemat (figur 8) har vi kopplat spänningen från spänningsföljaren till en transistor T_8 . Kopplingen kallas emitterföljare eftersom spänningen på



Figur 9 : Grafisk sammanställning av larmets funktion.

emittern följer komparatorns spänning så när som på 0,6V.

Vi använder en billig småsignaltransistor på kortet men det går utmärkt att istället välja till exempel en effektdarlington om man vill plocka ut lite mera ström, på utgång Q_V .

Det mesta av larmets funktion kan sammanställas i ett diagram (figur 9). I detta kan du bland annat utläsa hur U3:s utgångar varierar mellan hög (H) och låg (L) utsignal för olika spänning över kondensatorn C_1 .

Se upp med EMC

Som elektronikbyggare har du själv ett ansvar för att det du bygger ihop inte orsakar störningar i annan elektronisk utrustning. (elektromagnetisk kompatibilitet).

Oscillatorfrekvensen i det här bygget är låg och risken för utstrålning som kan störa annan elektronisk utrustning är därför minimal. Även om vi använder en CMOS är det dock viktigt med en ordentlig avkopplingskondensator direkt över kretsens matning ($C_4 // C_5$). Detta för att minska effekten av de strömspikar som uppstår vid omslag. Kondensatorn bör sitta direkt över U1:1 (GND) och U1:8 (Vcc). Det är dessutom en stor fördel om kretskortet har ett ordentligt jordplan.

Några tips

Du kan använda den här larmenheten parallellt med ett redan installerat larmsystem för att störa och avskräcka från vidare intrång. Stegringstakten kan då vara hög. Du kan gå vidare och låta utsignalen Q_A styra ett relä som kopplar in ditt ordinarie larm. Q_C eller Q_B kan vara tysta utgångar och fungera som förvarning att något är på gång. Använd din fantasi och överraska en inkräktare!

Givetvis kan kopplingen även användas för andra typer av larm när man önskar en stegrande intensitet. Tänk på att den larmsensor du använder måste registrera närvaro, antingen kontinuerligt, med till exempel en rörelsedetektor, eller genom att registrera in- och utpassage.

Här kommer slutligen några tips på experiment för att lära känna kopplingen bättre:

1) Genom att välja olika värde på R_{11} , R_{12} och R_{13} samt C_1 bestämmer du själv med vilken hastighet varje ingång skall påverka larmutvecklingen.

2) Genom att ändra på spänningsdelaren R_1 , R_2 , R_3 och R_4 väljer du själv de larmnivåer som skall gälla för larmet.

3) Lägg märke till att R_8 utgör en spänningsdelare tillsammans med till exempel R_{11} , R_{12} och/eller R_{13} . Värdet på R_8 bestämmer således vilket som är den högsta nivå som kan uppnås över kondensatorn i kombination med de olika ingångsresistanterna $R_{11} - R_{13}$.

Om tex R_8 väljs till 330 kohm ($=R_{11}$) kan en aktivering av ingång C aldrig ge en inspanning över $V_{cc} / 2$. och därmed kan ingång C aldrig aktivera mer än den första komparator (lägsta larmnivån).

Det finns mera

Artikeln är ett utdrag ur en i november kommande handbok om Linjära IC-kretsar. Kompletta komponentsats med byggbeskrivning till larmenheten kommer att finnas tillgänglig. Synpunkter och frågor som rör artikeln är välkomna. Skriv eller ring till författaren.

Belganet Dataelektronik AB, 370 12 HALLABRO. Tel 0457-52175 , Fax 0457-52176.