



ELEKTRONISK ÖVERVAKNINGSENHET

I detta nummer fortsätter Elektronikvärlden sin serie byggprojekt med några användbara byggen. Dessa använder en riktig pärla bland de linjära IC-kretsarna - LM339. I den här artikeln skall vi visa hur den kan användas till att övervaka nivåer av alla tänkbara slag, såsom spänning, ljus, temperatur, ljud osv. Det är en perfekt krets om man vill bygga någon typ av övervakningsenhet på jobbet, till hemmet, båten eller bilen.

Av Nils-Åke Petersson

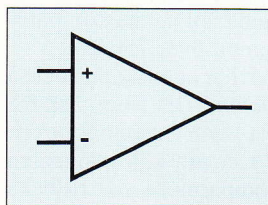
Om man slår upp avdelningen för linjära kretsar i en komponentkatalog kan man inte annat än förundras över den enorma mängden kretsar som finns att välja bland. Tänk om det fanns en eller ett par kretsar som man alltid kunde välja, som tillsammans klarade allt!

Jag måste erkänna att det tog mig själv några år innan jag hittade dessa kretsar! Nåja, inte de som kan allt, de finns inte, men de som är ordentligt användbara. De där kretsarna som inte är speciellt dyra men ändå passar både för experiment och ny-

konstruktion. En av dessa är en komparatorkrets som går under benämningen LM339, $\mu A339$, GL339 osv beroende på tillverkare. Vi skall nu titta närmare på vad den kan användas till.

Specialbyggd förstärkare

Komparatorn är en krets som jämför spänningsnivåer. Man kan se den som en specialbyggd förstärkare. I speciellt amerikansk

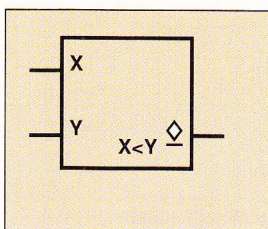


Figur 1: Vanlig symbol för komparator.

litteratur använder man också symbolen för en förstärkare.

Enligt internationell IEC-standard är den riktiga symbolen denna (fig.2).

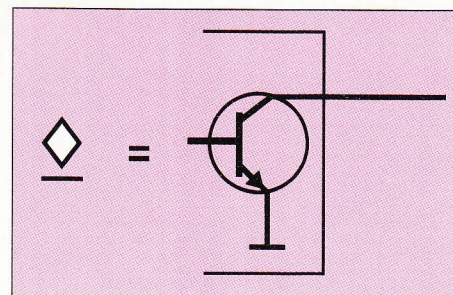
Som framgår av symbolen har komparatorn två ingångar: X och Y. Det fina med standardsymbolerna för IC-kretsar är att



Figur 2: Standard-symbol för komparatorn.

man ofta kan läsa sig till funktionen av själva symbolen. I det här fallet står det en matematisk formel inne i kretsen: $X < Y$ som betyder X mindre än Y. Dessutom är där en annan underlig krumelur: $\diamond$. Denna betyder att det är en öppen utgång av låg typ – till exempel NPN-transistor med öppen kollektor (fig.3).

I klartext är kretsens funktion denna: om spänningen på X-ingången är lägre än spänningen på Y-ingången kommer ut-



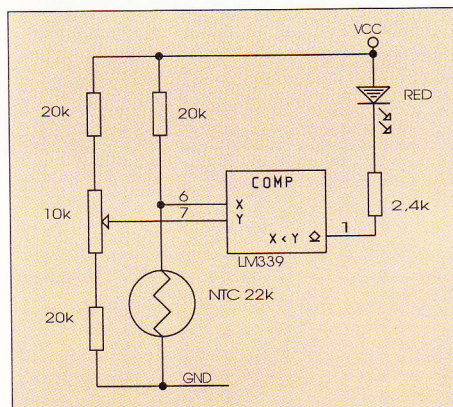
Figur 3: Symbol för öppen kollektor-utgång.

gångstransistorn att vara strypt (hög utimpedans). Om istället spänningen in på X är större än spänningen på Y kommer utgångstransistorn att leda dvs utgången blir låg.

Så här långt är det egentligen inget märkvärdigt. Den som tidigare följt byggartiklarna med transistorer ser säkert möjligheten att lösa den här funktionen med en transistor.

Den moderna komparatorkretsens för-

delar syns dock inte i symbolen. Det gäller till exempel förstärkningen. Komparatorn förstärker nämligen den spänning som ligger mellan X och Y (insignalen) flera hundra tusen gånger. Den praktiska innebörden av detta är att det inte finns någon bestämd utsignal för $X = Y$. Den minsta lilla spänningsskillnad, om inte annat så finns denna



Figur 4: Komparatorkoppling med NTC-motstånd.

inne i kretsen, gör att utsignalen antingen är hög eller låg.

Av symbolen framgår inte om ingångarna drar någon ström. I verkligheten rör det sig om delar av μA och man kan i allmänhet bortse från denna.

Komparatorn

För användaren innebär detta stora fördelar. Antag att du vill sätta ett gränsvärde för temperatur (fig. 4).

När temperaturen sjunker ökar resistansen i NTC-motståndet och då ökar spän-

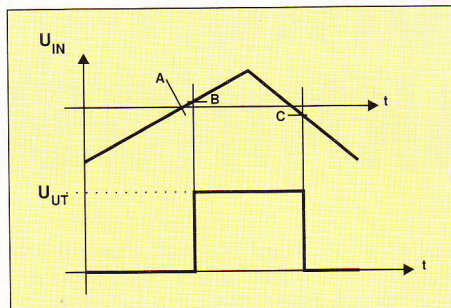
ningsspänningen. Kopplingen kan matas med tex 12 V (+ till VCC).

Givetvis behöver inte signalen till komparatorn vara temperaturberoende. NTC-motståndet kan ersättas med ett lämpligt ljuskänsligt motstånd (LDR) och då är det istället ljuset som bestämmer (se fig. 5).

I det här fallet har vi valt ett LDR-motstånd med resistansen 3 - 20 k vid 10 lux. LDR-motståndets mörkermotstånd är minst 500 kohm. Detta innebär att lysdioden tänds när det blir mörkt.

Ingen effektkrets

När det gäller utgångarna får man tänka på att LM339 inte är någon effektkrets! Utgångstransistorn klarar att sänka typiskt 16 mA, men tillverkaren lovar inte mer än 6 mA. I våra kopplingar räknar vi med 5 mA till lysdioderna och 12V matningsspänning.

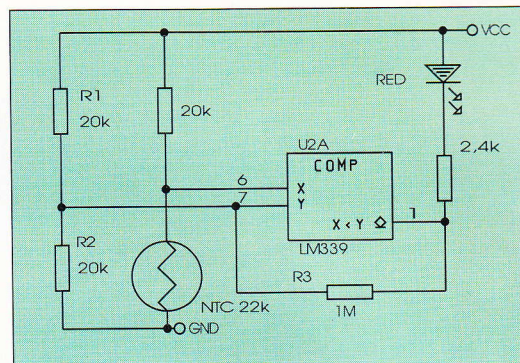


Figur 6: Innebörden av hysteres.

Hysteres

Vår komparatorkrets är snabb. Svarstiden, dvs tiden från det att omlagspunkten passerar till ändrad utsignal, ligger på 1,3 μs för LM339. Detta innebär att denna komparator hänger med en bit över 750 kHz.

Faktiskt kan den här egenskapen också ställa till med problem. Det finns risk för självsvängning just i omlagsögonblicket. När komparatorn slår om kan signalen påverkas så att komparatorn slår tillbaka vilket påverkar till nytt omslag framåt osv.



Figur 7: Hysteres genom återkoppling.

Om signalen förändras långsamt och ligger ständigt nära omlagspunkten finns tendenser till långa perioder med högfrekvent självsvängning och klara störningar i funktionen.

Receptet mot denna sjuka är hysteres. Det är en teknik som innebär att kretsen automatiskt förändrar villkoren för sina omslag. I ett diagram ser funktionen ut på det här sättet (se fig.6).

Man ser till att omlagspunkten (skulle varit A) flyttas så att det krävs lite mer (B) för omslag och lite mindre (C) för att slå tillbaka. Just den här skillnaden mellan (B) och (C) är hysteresen.

Det är inget svårt att införa hysteres i en komparatorkoppling (se fig 7).

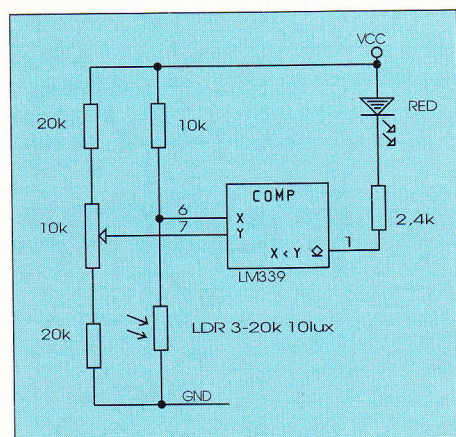
Här har vi lagt in ett 1 Mohm motstånd mellan Y-ingången och utgången. Vi har en fast referensspänning genom R1 - R2 endast för att funktionen skall framstå klart.

När utsignalen blir hög är det i praktiken samma sak som om R3 ligger parallellkopplade med R1 vilket innebär att omlagspunkten flyttas uppåt (R1 // R3 är ett lägre värde än R1).

När komparatorn slår om till låg utsignal (0V) är det samma sak som om R3 är parallellkopplad med R2 vilket innebär att omlagspunkten flyttas uppåt (R2 // R3 är ett lägre värde än R2).

Ibland är hysteres rent av önskvärt. En elektrisk signal som speglar temperaturen förändras normalt långsamt.

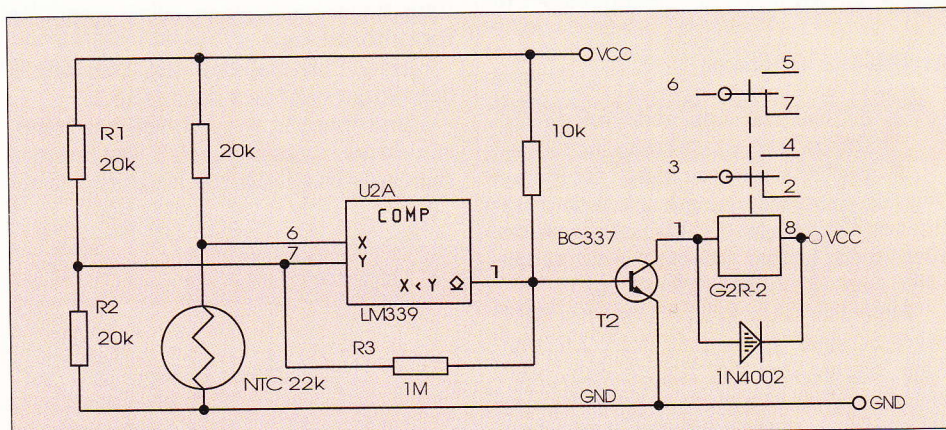
Om man tänker temperaturstyra ett relä med hjälp av en komparator är det inte önskvärt att reläet ligger och slår till/från även om signalen rör sig precis runt omlagspunkten. Genom att införa hysteres i



Figur 5: Komparator med LDR-motstånd.

ningen kopplad till X. Vid en bestämd lägsta tillåtna temperatur blir $X > Y$ och då slår komparatorn om och lysdioden tänds. Gränsvärdet ställs med potentiometern.

Eftersom man kan bortse från ström på kretsens ingångar blir alla beräkningar superenkla. Omlagspunkten, tex för 25 grader (NTC-motståndets resistans är 22k) blir då potentiometern är i sitt mittläge eftersom spänningen till Y då är halva mat-



Figur 8: Drivning av ett relä.

kopplingen flyttar man omslagspunkten så att reläet lugnar ner sig (se fig. 8).

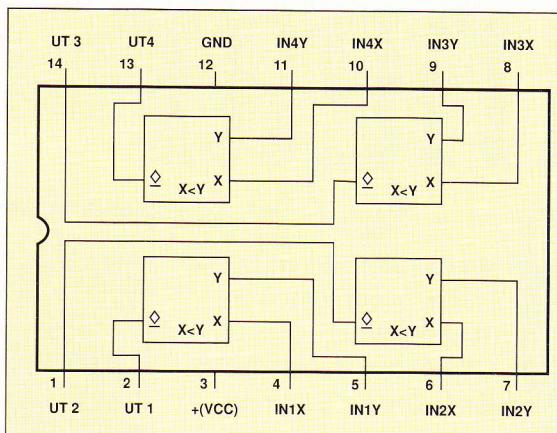
Beroende på hur stor hysteres man önskar brukar man välja R3 mellan 100k och 1 Mohm. Som du ser från ovan är det för övrigt lätt att räkna ut hysteresen dvs omslagspunkterna för olika värde på R3.

I vissa sammanhang vill man inte ha någon hysteres alls men inte heller någon självsvängning då väljer man R3 mellan 1 och 10 Mohm för att i första hand bli av med tendenser till självsvängning.

Fyra i samma kapsel

Komparatorer samlas ofta två eller fyra i samma IC-kapsel. LM339 innehåller fyra.

Bilden visar hur komparatorerna ligger i kapseln sett från ovan (fig. 9).



Figur 9: Komparatorerna i LM339.

främst värdet på R15 som bestämmer fönstrets storlek. Storleken på fönstret ligger på 2,6 % av matningsspänningen. Prova att beräkna själv.

Att signalen ligger i fönstret innebär att $Y > X$ i U3C dvs dennas utgång är hög.

gång att bli låg och om utsignalens nivå stiger över fönstret kommer U3D:s utgång att bli låg. De båda komparatorerna bevakar således var sitt otillåtet område.

Ingången är i det här fallet kopplad till larmkontakter typ NC (normally closed) med en inbyggd resistans säg 1 kohm. Med potentiometern R3 kan signalen från larmslingan justeras (beroende på antalet NC-kontakter) så att spänningen ligger mitt i fönstret. En sådan här larmslinga är inte så lätt att sabotera eftersom även en förbikoppling av en eller flera NC-kontakter räcker för att insignalen skall hamna utanför fönstret och därmed utlösa larmet.

Övervaka batteriet

Med komparatorer kan man bygga en spänningsindikering för till exempel bilens startbatteri.

Här har vi använt alla fyra komparatorerna i en kapsel (se fig. 11).

En zenerdiod och en spänningsdelare ger 3 olika referensnivåer. Inspänningen från batteriet delas så att den lägsta batterispänning, i det här fallet 10,2 V motsvarar lägsta referensspänningen 3,5V.

Under 10,2 V lyser en röd lysdiod. Över 10,2 V lyser en grön och över 12,4 V lyser två gröna. För att den fjärde och röda lysdioden skall tändas krävs 14,6 V. Om denna lyser konstant sommartid är det ett klart tecken på att batterier överladdas. (Vintertid kan det vara ok).

I exemplet ovan har vi använt komparatorerna i LM339 enbart i sin grundfunktion, som komparatorer. Det finns dock en stor mängd andra användningsområden: förstärkare för låga frekvenser, pulsgenerator, fördröjningskrets, frekvensstyrd oscillator mm men detta får vi ta en annan gång.

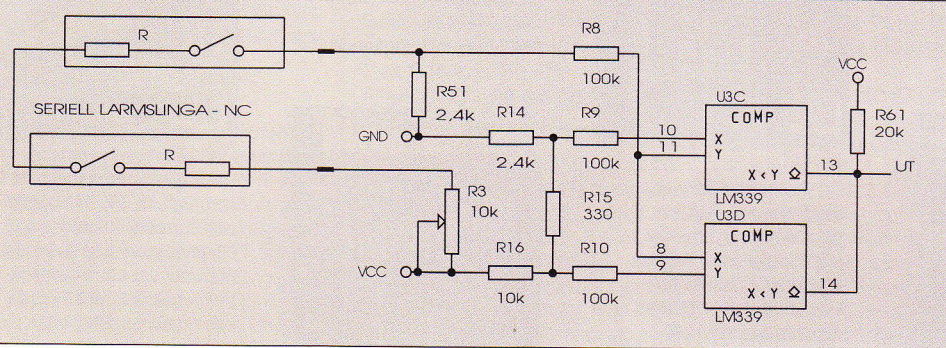
Samtliga här beskrivna kopplingar är okritiska speciellt om hysteres inkluderas i kopplingen. De tillhör den typen att kopplingar som går bra att bygga på experimentkort.

Det finns mera

Artikeln är ett utdrag ur en till hösten kommande handbok om Linjära IC-kretsar. 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.



Figur 10: Fönsterkomparator som larmringång.

Matningsspänningen ansluts till alla fyra komparatorerna med + (VCC) till ben 3 och 0V (GND) till ben 12. Matningsspänningen kan vara allt från 2 till 36 V eller ± 1 till ± 18 V. Enkelt eller hur! Inte minst möjligheten till hög matningsspänning är en stor fördel då 24V är en vanlig spänning i kontrollsystem.

Fönsterkomparatören

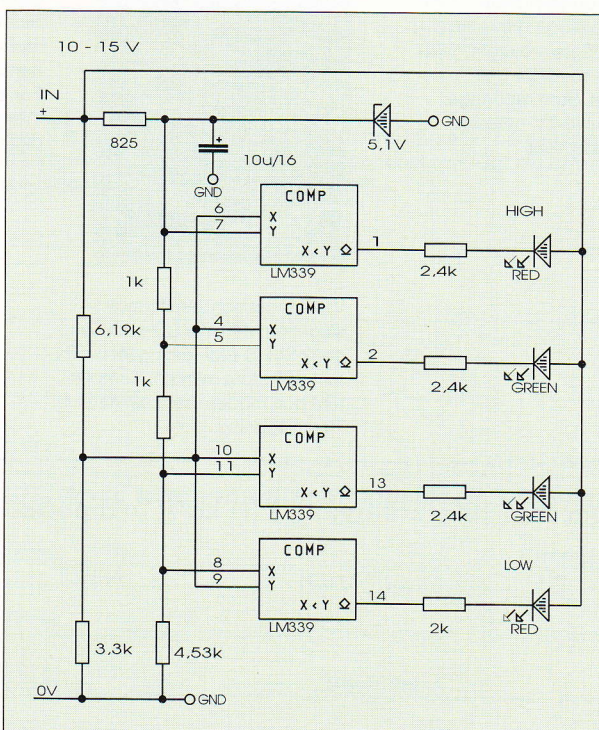
En fönsterkomparator ger utsignal om signalen ligger inom ett bestämt fönster. Genom att använda två komparatorer kan man lätt tillverka en fönsterkomparator.

Som exempel har vi här valt en ingång till ett larmsystem (se fig. 10). Om signalen ligger utanför fönstret, i det här fallet över eller under en bestämd referensnivå, skall motsvarande komparator slå om till låg utsignal.

Du kan börja med att notera att utgångarna är ihopkopplade. Detta fungerar just för att kretsen har öppen kollektorutgång.

Så här fungerar det nu på ingångssidan: Eftersom det inte går någon ström in på komparators ingångar kan vi bortse från R9 och R10. Referensspänningarna till de båda komparatorerna ställs med spänningsdelaren R14 - R15 - R16. Det är

Det gäller då också att $X < Y$ i U3D dvs även dennas utgång är hög. Om signalens nivå ligger under fönstret kommer U3C:s ut-



Figur 11: Batteriindikator