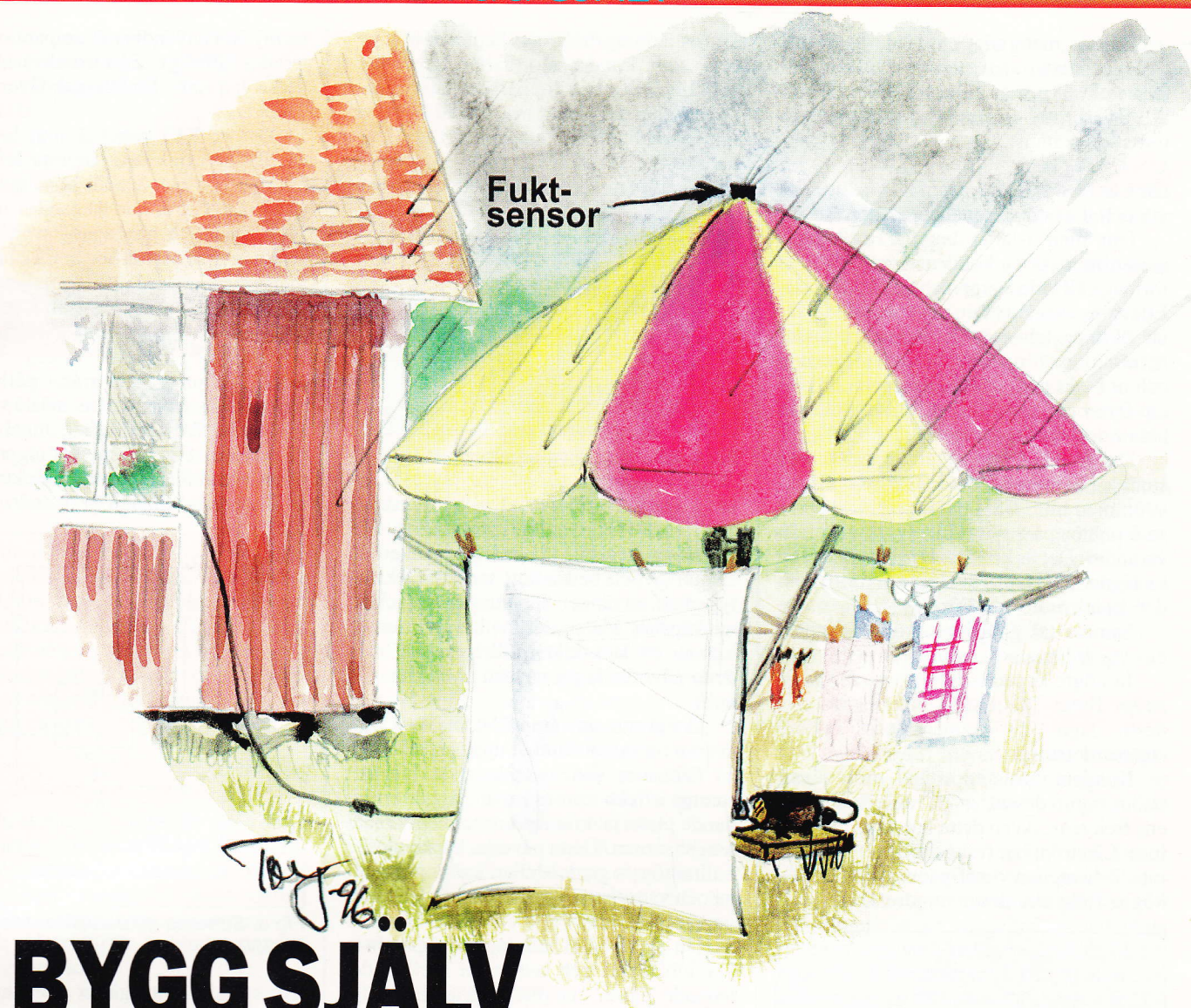




BYGG SJÄLV ELEKTRONISK REGNVAKT

I detta nummer fortsätter **Elektronikvärlden** sin serie byggprojekt med ett riktigt sommarbygge – en regnvakt! Med den här byggsatsen kan du visserligen varken förhindra eller framkalla regn men du kan tryggt överlåta bevakningen av det till den här elektroniska enheten.

Av Nils-Åke Petersson

I min egen familj har tvätten en underlig förmåga att hänga ute just när regnet kommer och sovrumsfönstret står på vid gavel. Det är inte nådigt att just då ta sin middagslur, sitta vid datorn eller på annat sätt vara borta från, det som övriga familjen betraktar som verkligheten. Det är betydligt bättre att både kunna vara "borta" men ändå vara den som först utropar "men har ni inte märkt att det börjar regna".

I mera professionella sammanhang kan en regnskur innebära larm och andra aktiviteter. För till exempel en växthusodlare skall helst fönsterluckorna stänga automatiskt om regnet blir alltför ihärdigt för att sedan öppna igen när regnet upphör.

Kort sagt, för de flesta kan en regnvakt underlätta och skänka en viss trygghet oavsett om regnet är önskvärt eller ej.

Att registrera fuktighet

Det enklaste sättet att registrera fuktighet består i att mäta resistansen mellan två lämpligt placerade ledare. Ju högre fuktigheten är mellan ledarna desto lägre blir resistansen. Det är dock problematiskt att tillförlitligt registrera regn på detta enkla sätt. Ett par regndroppar får inte utlösa larmet. När regnet upphör skall dessutom vattnet bort direkt.

Mycket regn och ofta innebär att ledarna beläggs med en isolerande oxid och strömmen genom ledarna i vatten förorsakar dessutom elektrolys. Givaren måste

därför rengöras och kalibreras om ofta. Det är en oprecis mätmetod.

En regngivare av bestående kvalitet och som verkligen står emot regn och rusk måste registrera utan att direkt utsättas för påverkan. Vi har valt att använda tekniken för en kapacitiv givare.

Kondensatorn

Du vet säker hur en kondensator är uppbyggd. Två ledande plattor som är isolerade från varandra.

När man kopplar en **likspänning** över en kondensator kommer det att flyta en ström under den korta tid det tar att ladda upp kondensatorn, sedan är det stopp. Kondensatorn innebär ett avbrott för likström.

Kondensatorns förmåga att ladda upp sig med elektrisk energi genom att binda elektriska laddningar, kallas dess kapacitans. Ju större plattorna yta är och ju närmare plattorna är varandra desto större är dess kapacitans.

Också materialet mellan plattorna, isolationsmaterialet, som man brukar kalla **dielektrikum** är olika för olika material. En formel sammanfattar kondensatorns kapacitans:

$$C = \epsilon * A / d$$

där ϵ är materialets kapacitet, A plattornas yta och d avståndet mellan plattorna.

Om man istället kopplar en **växelspänning** över en kondensator ställs dess förmåga att laddas upp och ur på sin spets. Eftersom växelspänningen hela tiden växlar riktning kommer kondensatorn under gynnsamma förhållanden att laddas upp och ur i takt med växelspänningen. I princip flyter det ström till och från plattorna hela tiden – växelström.

Det är enkelt att inse att kapacitansens storlek har betydelse för hur stor växelströmmen blir. Tänk bara att du sätter två små plattor på ett avstånd av 10 mm från varandra. Det är knappast troligt att tex en tonsignal på 1000 Hz skulle flyta genom den kondensatorn! (Fig 1).

Samma sak gäller givetvis om plattornas yta är liten.

Ju högre kapacitans desto mera växelström flyter "genom" kondensatorn dvs desto lägre är kondensatorns växelströmsmotstånd!

Kondensatorns motstånd mot växelström beror dessutom på växelspänningens frekvens. Även detta kan man intuitivt inse. Likström har frekvens 0 och kommer inte förbi medan växelspänning gör det. Ju högre frekvens desto mindre är i själva

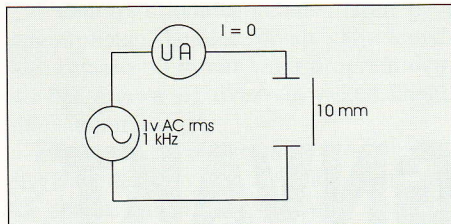


Fig 1. Signalgenerator och kondensator.

verket växelströmsmotståndet. Även i det här fallet finns det en enkel formel som beskriver det här fenomenet:

$$X_c = 1 / (6,28 * f * C)$$

där X_c betecknar växelströmsmotståndet (i enheten ohm), f är frekvensen och C kapacitansen.

Av formeln framgår att såväl ökad frekvens som kapacitans ger lägre motstånd.

Regnsensorn

Vi skall nu se hur detta kan användas för att tillverka en regnsensor.

På ett kopparlaminat av storleken 50 x 75 mm har vi lagt slingrande ledningsbanor som inte har kontakt med varandra. (Fig 2).

Det finns en given kapacitans mellan de båda banorna som främst är bestämd av den totala ytan mellan banorna samt avståndet mellan dessa. I det här fallet är det

endast ledningsbanornas kanter som fungerar som kondensatorplattor och eftersom tjockleken på kopparlaminatet endast är 35 μ m är det lätt att inse att det är frågan om en väldigt liten kapacitans. Det rör sig kanske om 10 pF. Med hjälp av formeln ovan kan man räkna ut att detta motsvarar

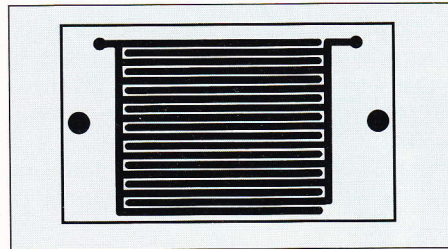


Fig 2. Bild på själva sensorn.

ett växelströmsmotstånd i storleksklassen 10 - 20 Mohm om frekvensen är 1 kHz.

Nästa steg blir att lacka ytan med ett slagtåligt och beständigt lack tex av den typ man använder för att skyddslackera navkapslar. Materialet mellan "plattorna" blir nu ett lackskikt istället för luft men detta påverka kapacitansen endast marginellt.

Det intressanta är istället vad som händer om nu vatten hamnar uppe på lackytan.

Eftersom vatten är ledande blir det samma effekt som om man lägger en ledande platta på minimalt avstånd över ledningsbanorna. Detta påverka kapacitansen i allra högsta grad. Mellan ledningsbanorna och vattenytan uppstår en kondensatorverkan.

Nu är plötsligt ledningsbanornas hela yta inblandad och avståndet mellan det ledande vattnet och plattorna är endast det isolerande lackskiktet. Kapacitansen mellan plattorna ökar dramatiskt och storleken är direkt proportionell mot hur stor yta som täcks av vatten. Ett par vattendroppar ger kanske 10% av den kapacitans som uppstår vid en helt vattentäckt yta.

Vi har således tillverkat en kondensator vars kapacitans påverkas på ett mycket tydligt sätt av vatten, en utmärkt regnsensor.

Växelströmsgeneratoren

Det vi behöver nu är en växelströmsgenerator. En växelström som skickas genom regnsensorn kommer ju att påverkas av vatten i samma grad som kapacitansen. Så här kan en enkel växelströmsgenerator se ut. (Fig 3).

Du som följt Elektronikvärldens byggprojekt känner redan till kretsen LM339. Den

na mycket användbara komparator presenterades utförligt i Elektronikvärlden nr 3 - 96 i Bygg själv: Elektronisk Övervakningssenheter.

Det är **R12** och **C2** som bestämmer oscillatorns frekvens. Genom **R12** laddas **C2** upp och när $X > Y$ blir utgången låg (0V) och **C2** börjar då laddas ur genom **R12**. När $X < Y$ blir utgången på komparatorn hög igen och då börjar **C12** laddas upp igen osv.

Se upp med EMC

Sedan början av detta året gäller att all elektronik som tillverkas måste vara elektromagnetiskt kompatibel. Innebörden av detta är först och främst att ingen elektronik får utstråla så mycket elektromagnetisk energi att annan godkänd utrustning

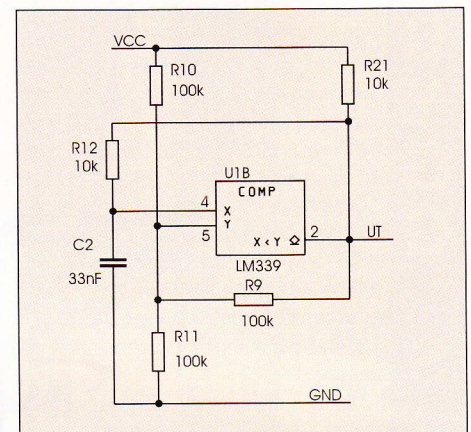


Fig 3. Schema på oscillator med LM339.

kan störas. Detta gäller även byggsatser dvs sådan elektronik man sätter samma själv! Som tillverkare är man ansvarig om något skulle hända.

Regnvakten är ett byggprojekt som arbetar med en oscillator. Dessutom är signalen från oscillatoren kopplad genom en kondensator, regnsensorn, som sitter helt öppet och som skulle kunna fungera som en antenn för högfrekvens.

I de här sammanhangen betraktar man frekvenser under 9 kHz som relativt ofarliga. Det finns heller ingen mening i att använda högfrekvens i det här bygget. Vi har testat regnsensorn med signaler i frekvensområdet 0,1 - 3 kHz. Givetvis kommer mer växelström att ta sig igenom

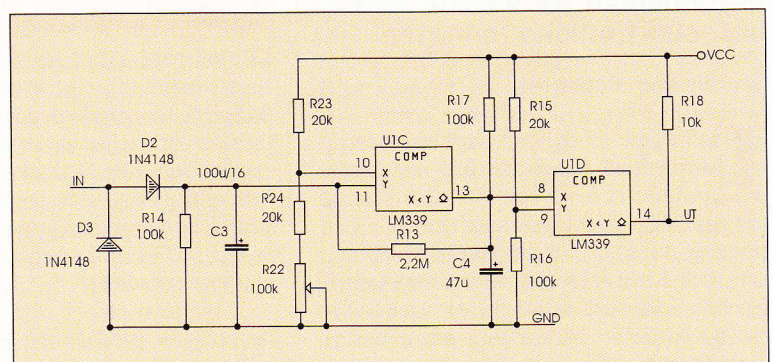


Fig 4. Detektor till regnsensorn.

sensorn vid den högre frekvensen men det finns inget vinst i att ligga över tex 2,5 kHz som är den frekvens man erhåller med de värden på **R12** och **C2** som anges ovan.

Detektorn

Efter oscillatoren följer en detektor. I denna skall avgöras om signalen som kommer igenom sensorn betyder regn eller inte. Kopplingen ser ut som i **fig 4**. Efter en likritning med dioderna **D3** och **D2** får vi en likspänning på komparators Y-ingång med en nivå som motsvarar amplituden på den signal som kommer genom sensorn.

Den likriktade signalen jämförs med den justerbara referensspänningen på X-ingången. Om $Y > X$ kommer kondensatorn **C4** att börja laddas upp. Om signalen är stabil och någorlunda varaktig blir strax $X < Y$ på den efterföljande komparatorn varvid dess utsignal går låg vilket kommer att påverka ett relä.

Daggproblemet

Normal luftfuktighet ligger så pass långt ifrån en riktig blöta att dessa två förhållanden ganska enkelt kan separeras. Det är dock näst intill omöjligt att skilja mellan regn och dagg. Dagg lägger sig som en blöt hinna och måste därför förhindras uppstå på vår regnssensor.

Vi löser detta med att värma upp regnsensorn på ett kontrollerat sätt. (**Fig 5**).

Återigen den trevliga komparatorn

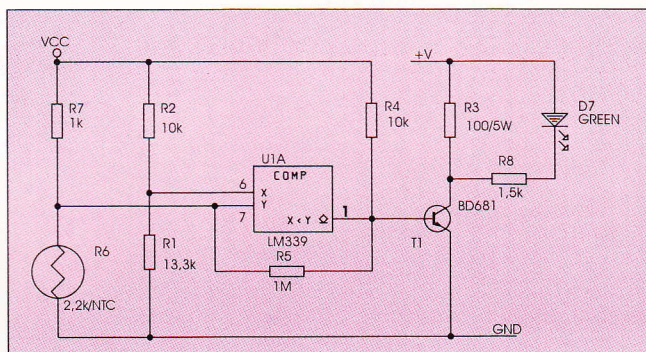


Fig 5. Schema på uppvärmningselektroniken.

LM339. Du som läst tidigare artikeln om LM339 känner igen kopplingen.

Ett temperaturkänsligt motstånd typ NTC känner av temperaturen. När temperaturen faller under en bestämd nivå blir $Y > X$ varvid transistoren **T1** leder. När ström flyter genom **R3** blir detta varmt. Dessutom lyser lysdioden **D7**.

Sensorns undersida är ett heltäckande kopparlaminat. (vi har använd dubbelsidigt glasfiber-kopparlaminat). Effektmotståndet dvs värmekällan på ca 1,5 W sitter pressad mot sensorns undersida liksom NTC-motståndet. Även om det ligger 1,5 mm isolerande glasfiberplatta mellan ovan- och undersidan blir resultatet en uppvärmning av sensorns ovansida som förhindrar daggbildning på sensorn. Temperaturen är reglerad dels för att undvika onödigt höga temperaturer sommardag och dels för att spara på strömmen. Spänningsdelaren **R1 + R2** bestämmer temperaturen på plattan.

Smutsproblemet

Luftföroreningar som följer med regnet

blir till en beläggning på givarens yta. Detta påverkar kapacitansen och känsligheten minskar. Det kan vara en bra idé att tvätta med en tvållösning någon gång årligen.

Regnvakten

Så här ser hela kopplingsschemat ut för regnvakten i **figur 6**.

Efter detektorn har vi hängt på en transistor **T2** som driver reläet **RE1**.

Kraftdelen är traditionellt uppbyggd. En regulator LM317 är justerad till 11.9V för att ge reläet rätt arbetsspänning. Det är viktigt att reläspänningen inte är för hög eftersom det ligger draget den mesta tiden. Reläet faller vid regn och eventuellt spänningsbortfall.

En lysdiod **D6** indikerar att regnvakten utlöst och lysdioden **D7** indikerar när elementet som värmer sensorn är inkopplat. Kopplingen drivs lämpligen med en transformator som ger 12 V AC eller med en motsvarande något högre likspänning. Vid högre inspanning tex 24 V AC får man se över elektrolyternas arbetsspänning.

Några byggtips

Om regnsensorn tillverkas med ledningsbanor som vi gjort kan man lägga på ett rejält lackskikt. Sex lager fungerar utmärkt.

Med den sensor vi tagit fram räcker den justeringsmöjlighet som potentiometern på kortet ger men om du gör sensorn annorlunda så att kapacitansen vid blöta minskar kan den likriktade signalen bli för liten för komparatorn **U1C**. Genom att ändra värdena på spänningsdelaren **R23 - R24** och **R22** kan du enkelt flytta referensspänningen närmare 0V. Detektorn blir då känsligare men samtidigt minskar marginalen för att detektorns skall reagera för hög fuktighet etc. I andra hand kan du öka känsligheten genom att tex dubbla oscillatorfrekvensen genom att minska **R12** till 4,7k.

Regnvakten måste givetvis vara vattentät. Det bästa är att tejpa över trimpotentiometern och sedan gjuta in alltihop. Vi har gjort detta i en ingjutningsbox PB105 från Elfa. Om man inte vill vara så definitiv kan istället sensorn sättas över ett utskuret hål på locket till en låda. Täta med silikonlim.

Den beskrivna kopplingen på regnvakten är okritisk ur EMC-synvinkel, med de angivna värdena ovan.

Det finns mera

Artikeln är ett utdrag ur en till hösten kommande handbok om Linjära IC-kretsar. Kompletta komponentsats med byggbeskrivning kommer att finnas tillgängligt. 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.**

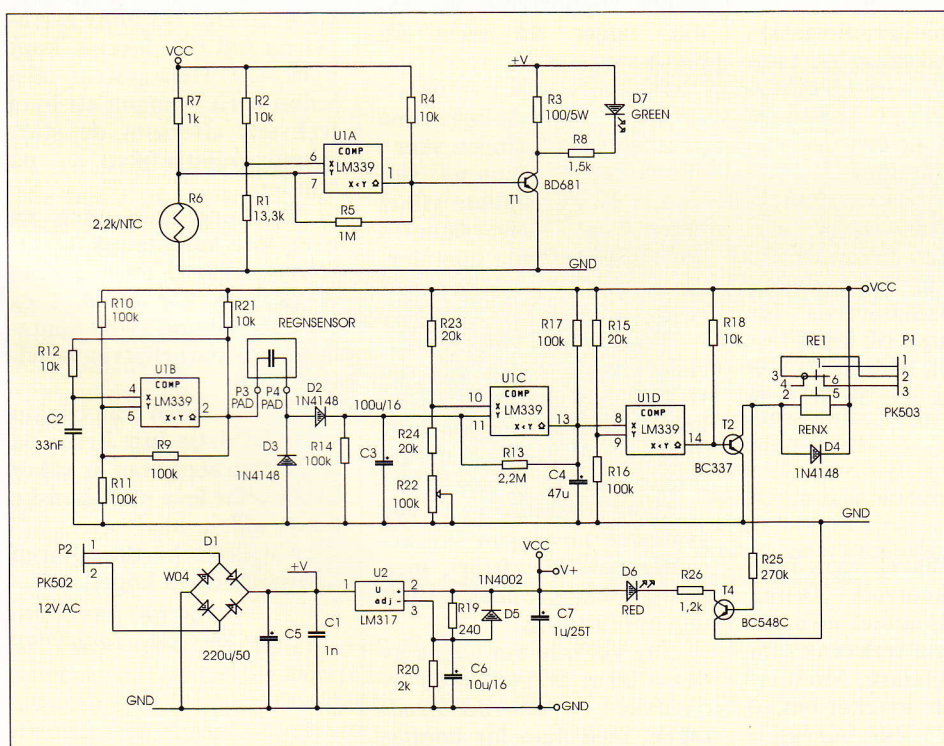


Fig 6. Kopplingsschema för regnvakten.