

Fjärrstyrd matchbox för 1,8 - 30 MHz

Konstruktion, text och bild:
Jonas Ytterman, SMØHJZ
Rådmanngatan 79, 113 60 Stockholm
Telefon 08 - 196 30 60 60
Packet SMØHJZ @SMØETV

Efter ett antal goda DX-kontakter med min vertikal för 7 MHz, började jag planera för en multibandsvertikal. Antennen skulle kunna användas på alla kortvågsband. Målet var att använda den befintliga antennen, som består av 10 meter aluminiumrör ovanför havsvikens vatten.

Bakgrund

Under några sommarveckor i Roslagen körde jag med en kvartsvågsvertikal för 7 MHz, monterad på en flytbrygga i Östersjöns bräckvatten. Kontakten med vattnet utgjordes av en 1 m² stor kopparplåt nedsänkt i vattnet. Antennen hade således ett mycket gott jordplan.

Med dessa förutsättningar erhöles naturligtvis en utmärkt antenn för 7 MHz. Om SWR skall vara ett mått för hur väl en antenn fungerar, så hade ovanstående arrangemang ett SWR på 1:1 över hela bandet. Det gick helt enkelt inte att mäta någon reflekterad effekt. 7 MHz är i sig ett intressant band, speciellt med en antenn av denna typ, men eftersom vi har ett flertal band på kortvåg, skulle det vara kul att kunna använda en antenn i samma utförande som ovan, även på dessa band.

Av flera skäl kan det vara svårt att motivera separata antenner för respektive band, strandlinjen skulle sannolikt, enligt vissa oförstående människor, förfulas av denna skog av antenner. Ett annat förfaringssätt för att erhalla en kvartsvågsvertikal för respektive band är att justera längden på antennen, en något tidsödande metod vid bandbyte. Kvarstår då någon form av impedansanpassning av vertikalen till sändarens utgång. Det finns ett flertal sätt att utföra denna anpassning, jag fastnade emellertid för varianten med en induktans i serie med matarkabel och antenn samt en kapacitans till jord.

Orsaken till detta val var, att jag i "junkboxen" hade en rullspole med stegmotor. Till yttermera visso var rullspolen även urustad med fyra stycken reläer, avsedda för in- och urkoppling av fasta kapacitanser.

En icke fjärrstyrd variant skulle naturligtvis fungera den också, men det lockar mig mera att köra radio än att springa ut till antennen och justera värdena på spolen och kondensatorerna vid byte av band. Idén med en fjärrstyrd matchbox var född. Knappast någon innovation i sig, emedan fjärrstyrda matchboxar har funnits i flera decennier, men

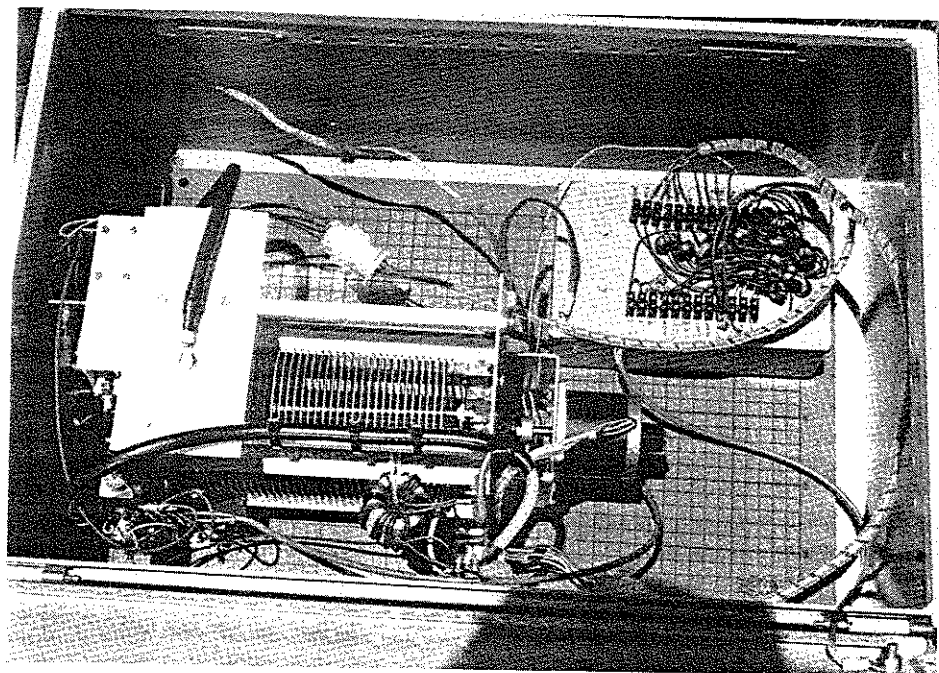


Bild 1, Författarens matchbox monterad i ett väggskåp som uppfyller kraven för IP55. Styrelektroniken är monterad i separat skärmbbox. Observera toroidkärnorna på skärmbboxens lock, dessa reducerar HF i elektroniken. I bildens nedre kant syns även 1:4 balunen.

att själv bygga en var i alla fall en utmaning.

Idagens kommersiella matchboxar används nästan uteslutande fasta spolar och kondensatorer, dessa kopplas in och ur med hjälp av reläer, vidare kan de även kopplas i olika kombinationer så att ett stort antal olika värden kan erhållas. Fördelarna med detta förfaringssätt är flera; anpassningen går fortare, förenklad styrelektronik, bara för att nämna några. Utgångsläget för mig var tillgången på en variabel induktans med stegmotor samt in- och urkoppling av fasta kondensatorer.

Jag gör inte anspråk på att den kommande beskrivningen skall vara en steg för steg dito, men dock så pass utförlig att du med lite fantasi själv kan bygga dig en fjärrstyrd matchbox. Efter denna introduktion hoppar vi nu över till konstruktionen.

Anläggningen (figur 1)

Antennen monteras så fritt som möjligt och förses med ett gott jordplan. Jordplanet är, som i alla antenssammanhang, synnerligen väsentligt. Som jordplan används saltvatten, bräckvatten för oss på den östra sidan av landet. Om nu detta inte är görbart, läggs ett gott antal jordplanstrådar ut på marken. Längden på dessa begränsas, för de flesta av oss, av brist på markutrymme. Men om möjligt skall längden motsvara ungefär en kvarts våglängd av den lägsta frekvens som antennen är tänkt att användas på.

För att inte hamna i polemik med läsarna om det optimala antalet av jordplanstrådar med mera, överlämnar jag till var och en att läsa i de antennböcker som finns på marknaden.

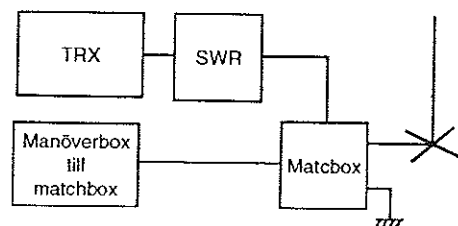
Matchboxen skall monteras i omedelbar an-

slutning till själva antennen. Rullspolen, kondensatorer, styrelektronik osv. monteras i en låda som är konstruerad för utomhusmontage. Själva har jag använt ett så kallat väggskåp av fabrikat Sarel och återfinns i E3000-serien, detta skåp uppfyller kraven för IP55. En kort beskrivning av IP-normen återfinns sist i artikeln.

Styrelektroniken till stegmotorn monteras i en separat skärmbbox, som i sin tur monteras i väggskåpet. Som skärmbbox har jag använt en aluminiumbox försedd med tätningsspackning, med denna packning erhålls en kapsling motsvarande IP54.

De i konstruktionen ingående spänningsregulatorerna monteras invändigt och på skärmbboxens lock. Effektförlusten i dessa torde räckta till för att hålla innehållet i skärmbboxen fri från fukt, men kan kanske kompletteras med ett effektmotstånd för att höja temperaturen i skärmbboxen. Vidare skall skärmbboxen monteras på distanser i väggskåpet, detta för att den inte i onödan skall kylas av väggskåpet.

För att erhålla en god skärmning av elektroniken i skärmbboxen, ansluts boxen till



Figur 1, Skiss över anläggningen.

väggskåpet med en kopparfläta. Väggskåpet i sin tur ansluts till jordplanet. För att ytterligare reducera risken för HF-störningar i elektroniken har jag lindat varje ingående ledning genom en toroidkärna.

I det väggskåp som jag använt mig av finns det invändigt monterade jordpunkter. Om ingen sådan jordpunkt återfinns i den låda som du kommer att använda, se då till att ansluta alla jordkablar, inklusive trådarna för jordplanet, till en gemensam jordpunkt. Observera dock att nollan för matningsspänningarna inte skall anslutas till denna punkt. Nollan skall "flyta" relativt jord. Manöverkabeln skall vara av skärmad typ.

Styreelektronik och motor arbetar med 5 respektive 6 volt. Om 12 volts reläer används för in- och urkoppling av kondensatorer räcker cirka 15 volt. Observera att det skall vara 15 volt i matchboxen, det kan därför vara lämpligt att mata ut 20-25 volt från stationen. Manöverkabelns skärm skall anslutas till den ovan nämnda jordpunkten. På stationssidan skall den ej anslutas, detta för att undvika jordströmmar. Vidare skall ledningen mellan antenn och matchboxens utgång hållas så kort som möjligt.

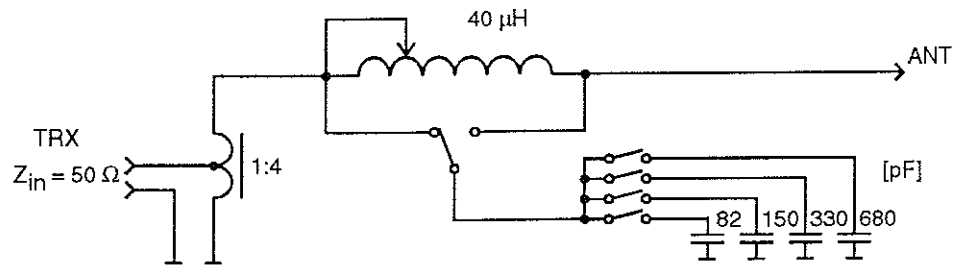
I beskriven konstruktion kräver reläerna 17 V. För att kunna använda reläer med annan matningsspänning, byts spänningsregulatorn för 15 V ut eller ett annat antal dioder (D8-D9) monteras. Utspänning ökar med 0,7 V för varje extra diod som monteras, eftersom regulatorns referenspunkt relativt noll ändras.

Matchboxen (figur 2)

Eftersom antennens impedans i matningspunkten kan variera från ett mycket lågt värde till ett mycket högt, transformeras först sändarens 50Ω till 200Ω i en 1:4 balun. Därefter följer den seriekopplade induktansen och kondensatorpaketet. Observera att kondensatorpaketet kan kopplas in före eller efter induktansen, detta för att kunna anpassa ett vidare impedansområde.

Kondensatorerna kopplas in binärt och med detta förfaringsätt erhålls ett gott antal olika värden på kapacitansen. Den spole jag har använt mig av har en total induktans om $40 \mu\text{H}$. Med min 10 meter höga vertikal används maximalt 50 % av induktansen inom frekvensområdet 3,5-30 MHz, varför en spole på 20-30 μH bör räcka. I princip gäller att ju större grad av missanpassning mellan antenn och sändare desto större värde behövs på induktans och kapacitans. I praktiken torde dock 30 μH räcka.

Kondensatorpaketet består av fyra kondensatorer med värdena 82, 150, 330 och 680 pF. Tack vare den binära in- och urkopplingen av dessa, erhålls 16 olika kombinationer, 0-1242 pF. Kondensatorerna dimensioneras efter hur mycket effekt du tänker köra med, men framför allt skall de klara arbetsspänningar på ett antal kilovolt. För att kunna anpassa antenner med mycket skiftande impedanser är det möjligt att ansluta kondensatorpaketet före eller efter spolen.



Figur 2, Principschema för matchboxen.

Funktionsbeskrivning

Stegmotorn har 4 + 2 lindningar, där de fyra första spänningsställs i sekvens då UPP- eller NED-knappen trycks. För varje lindning som spänningsställs vrids motorns axel 1,8 grader. Rotationsriktning bestäms av vilken ordning som lindningarna spänningsställs, på så vis kan induktansen i matchboxen ökas eller minskas. Konstruktionen är inte "fulländad" eftersom avkodarens (IC3) utgångar alltid aktiveras i ordningen Y0, Y1, Y2 och Y3. Det kan i vissa kombinationer få till följd att motorn startar lite ryckigt, men efter ett par stegningar arbetar den normalt.

Oscillator

Oscillatorn består av den beprövade 555-kretsen (IC1) i astabilt arbetsläge. Oscillatorns frekvens påverkar motorns varvtal och trimmas till en lämplig hastighet. För att kunna finjustera värdet på induktansen vid anpassning av antennen, finns två värden på kondensatorn i oscillatorn. Då UPP- eller NED-knappen trycks in går oscillatorn med en lägre frekvens vilket får till följd att stegmotorn går relativt långsamt, efter cirka fem sekunder kopplas den ena kondensatorn bort vilket ökar frekvensen, som i sin tur ökar varvtalet på motorn. Oscillatorn skickar sina signaler till binärräknaren.

Binärräknare

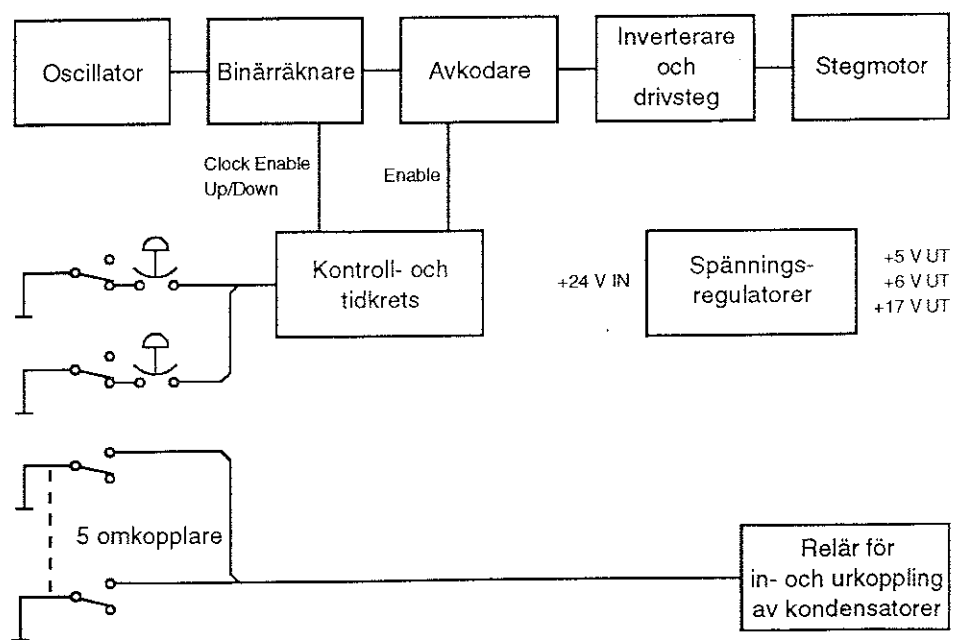
Binärräknaren (IC2) erhåller klockpulser från oscillatorn. Klockpulserna ligger på kontinuerligt, men räknaren aktiveras inte förrän ingången Clock Enable går låg. Räknaren kan räkna uppåt eller nedåt, riktningen bestäms av vilket värde ingången Up/Down har, om ingången är hög räknar den uppåt om den är låg räknar den nedåt. Räknaren skickar sin binära kod till avkodarens A- och B-ingångar.

Avkodare

Avkodaren (IC3) läser binärkoden från räknaren och omvandlar koden till decimal dito. I denna konstruktion utnyttjas endast de fyra första utgångarna. Dessa utgångar går höga respektive låga i sekvens. Utgångarna ansluts till var sin inverterare (IC4) som i sin tur spänningsätter motorlindningarna via var sin switch-transistor (T3-T6).

Kontroll och tidkrets

För att förhindra konflikt i styreelektroniken om UPP- och NED-knapparna trycks ned samtidigt, tillåts endast Clock Enable (IC2) då den ena eller den andra knappen trycks ned. Det är XOR-kretsen (IC7) som kontrollerar



Figur 3, Blockschema över matchboxens styreelektronik.

detta. För att urskilja om induktansen skall ökas eller minskas används två NAND-grindar (IC4) där den ena grinden är kopplad som inverterare. Signalen förs vidare till (IC2) Up/Down ingången. Som beskrivs i samband med oscillatorn används två olika värden på kondensatorn för att kunna erhålla två olika frekvenser. För att koppla bort den ena kondensatorn efter fem sekunder används en enkel tidkrets byggd kring tre NAND-grindar (IC6). Utgången (IC6, stift 3) går låg efter cirka fem sekunder och stänger då switchtransistorn (T1) vilket resulterar i att kondensatorn C28 kopplas bort från oscillatorkretsen och frekvensen ökar.

Spänningsregulatorer

Från stationen matas en likspänning ut till matchboxen, i mitt fall +24 V. För att erhålla de tre olika matningsspänningarna +5 V, +6 V och +17 V används spänningsregula-

torer ur 78-serien. Det ordningsamme läsaren kan då undra varför jag inte använde en 7806 för +6 V, den enkla anledningen var den att just den kretsen för tillfället var slut vid inköpstillfället. Någon spänningsregulator för +17 V finns mig veterligen inte i handeln så en liten speciallösning får göras. Regulatorns (7815) GND ansluts till noll via ett par dioder, på detta vis erhålls en utspänning på cirka 16,5 V vilket räcker för att driva de reläer jag har använt. Om du kommer att använda denna metod för att ändra utspänningen måste regulatorns kapsel isoleras från noll. Använd en glimmerskiva och plastbussning då du monterar regulatorn på skärmboxens lock, glöm inte den lilla klicken kiselfett.

Reläer för in- och urkoppling av kondensatorer

Val av reläer är inte kritiskt emedan matchboxens frekvensområde är att likna vid lik-

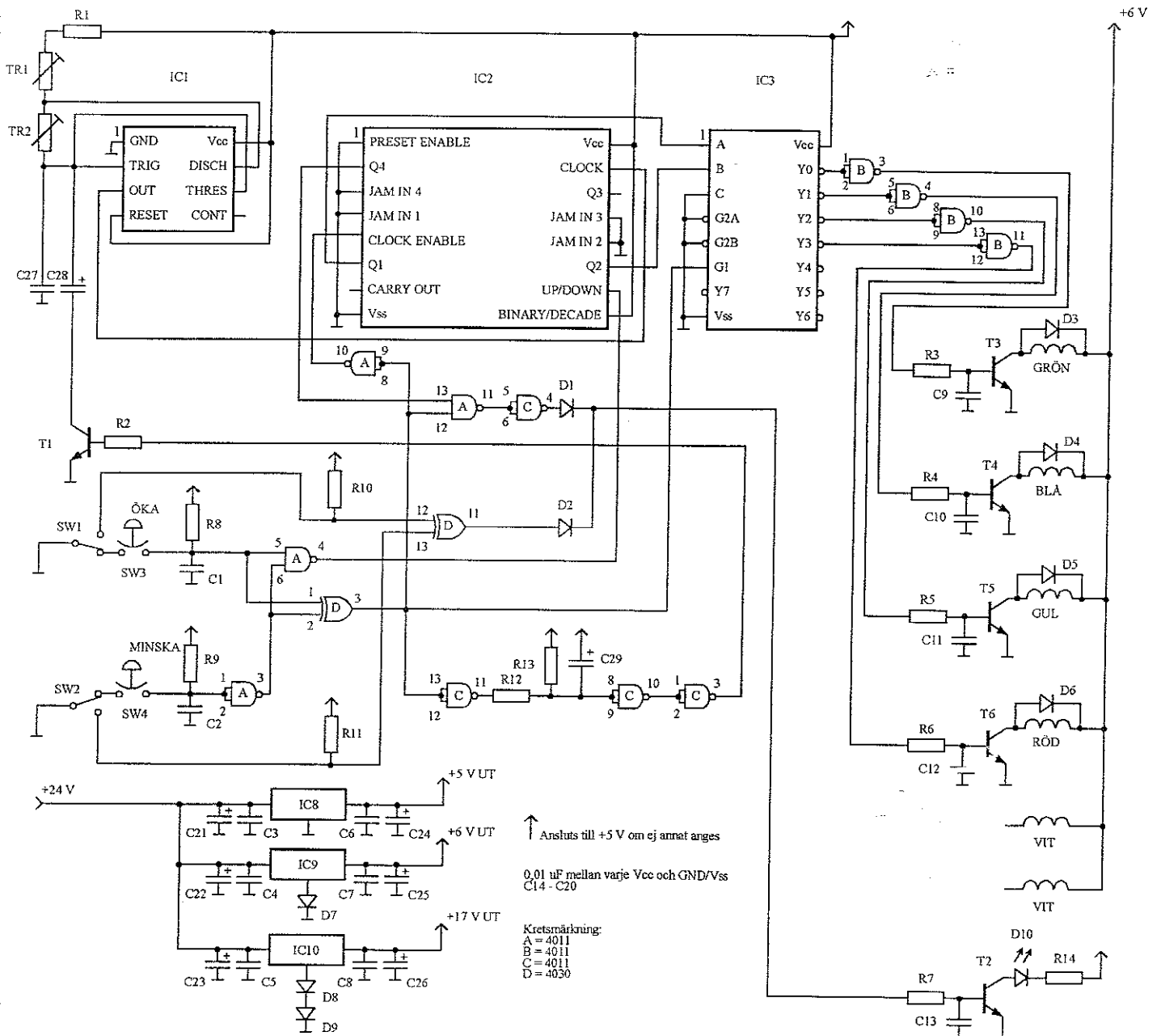
ström. Vilket kamrelä som helst duger gott så länge kontaktytorna klarar den effekt du tänker köra med.

Omkopplare och mikrobrytare

För att manövrera rullspole och reläer används två momentana tryckkopplare respektive fem vippkopplare. Utöver dessa används två mikrobrytare (SW1-2) som ändlägesbrytare, detta för att stegmotorn skall stanna då rullspolen kommer i något av ändlägena.

Indikering

För att i någon mån få en bekräftelse på hur rullspolen arbetar används en lysdiod (D10) för indikering på manöverboxen. I vila är dioden släckt, då UPP- eller NED-knappen trycks blinkar dioden, först med en relativt låg frekvens, sedan med en högre. Blinkfrekvensen ändras i proportion med hastig-



Figur 4, Kopplingschema över matchboxens styrelektronik, spänningsregulatorer och indikering.

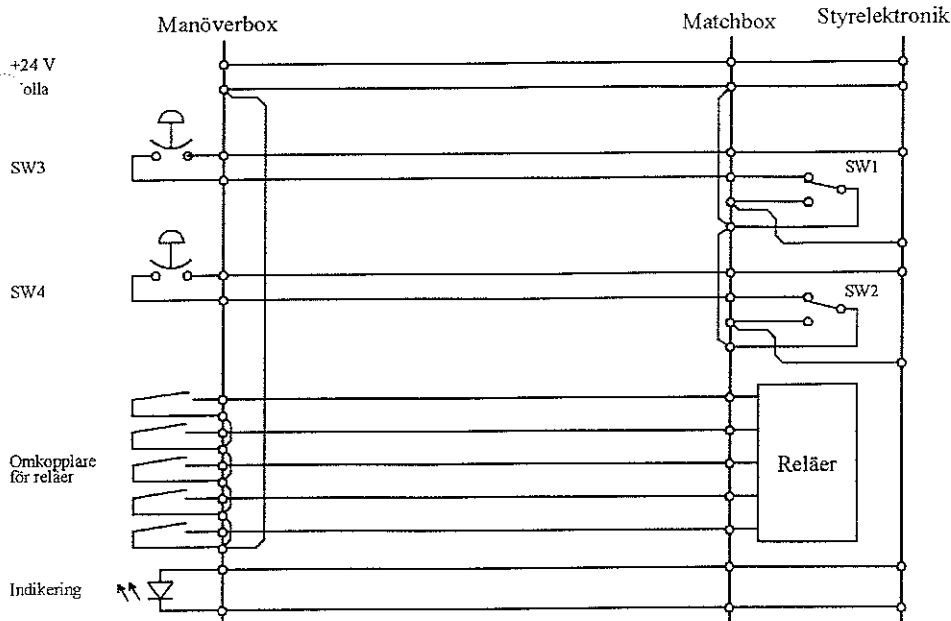


Fig 5. Principiellt yttre förbindelseschema

heten på stegmotorn. I det fall att rullspolen har kommit i ett ändläge, lyser dioden med ett fast sken. Signaleringen erhålls bland annat från binärräknarens (IC2) utgång Q4.

Hur bygga?

Något kretskort har inte tagits fram för denna konstruktion, i stället har styrelektroniken virats. Om du ännu inte har provat på att vira vill jag varmt rekommendera detta. Metoden är enkel att använda och det är också lätt att vira direkt efter ett kopplingsschema, åtminstone ett förhållandevis enkelt som detta.

Använda logikkretsar är av CMOS-typ, varför känsligheten för störningar är lägre än till exempel TTL-kretsar. Var dock noga med att använda avkopplingskondensatorer och glöm inte att använda de toroider som jag har nämnt tidigare. Manöverkabeln fungerar

även den som antenn, fältstyrkan i närheten av antennen kan bli mycket hög och en del induceras i matarkabeln, använd därför telesignalkabel med skärm.

Några vetenskapliga mätningar har jag inte gjort, några praktiska prov har dock utförts. Hemma i vardagsrummet riggades en longwire upp i vardagsrumslampan, längd cirka 10 meter och som jordplan användes några meter kopparråd. Utan några som helst problem kunde jag stämma av denna "antenn", det var även möjligt att köra rullspolen under full effekt (100 W) vilket dock ej är att rekommendera. Stäm av antennen med reducerad effekt, öka därefter uteffekten. Jo det skall sägas, ett litet fenomen uppstod då jag provade med antennen i vardagsrummet, telefonen i köket började ringa kontinuerligt då uteffekten var 70 W eller mer.

Lycka till med byggandet och hör gärna av dig om du har några frågor. Använd Packet i första hand, därefter brev eller telefon.

IP-normer

Kopplingsklasser för elektriskt materiel, IP-normen. IP anger graden av mekaniskt skydd och skydd mot vatten. Högsta IP-klass är IP68, om en apparatlåda uppfyller kraven för IP68 skall lådan vara helt dammtät och och klara långvarig nedsänkning i vatten. Första siffran anger graden av mekaniskt skydd och den andra siffran graden av vattenskydd.

Om du vill veta mer om IP-normer kan du beställa SS IEC 529 från SIS. I ELFA-katalogen återfinns även en sammanfattning på de blå sidorna och under rubriken "Inkapslingar".

Synpunkter från SM6SYC Harry:

Problem med avstörning?

Jag har i många år arbetat inom teleteknik med både svagström och starkström och har erfarenhet som radio- och TV-reparatör. Ofta har jag stött på problem med störningar. Här är några praktiska råd för dig som vill undvika störningar.

TVI, LF-detektering

Sändaramatörernas fabriksstillverkade riggar utgör sällan några problem. De är väl utprovade och sänder ej ut HF på otillåtna frekvenser.

Däremot ställer ofta vanlig hemelektronik till med problem, speciellt svensk utrustning. Problemen kommer alltså när man utnyttjar svensktillverkade TV-apparater, videospelare, radioapparater, stereo etc.

Tysktillverkade apparater, som uppfyller den tyska DIN-normen, ger sällan upphov till några problem.

Välj rätt telefon

Svensktillverkade telefoner brukar ge problem, däremot inte tyska eller japanska.

Hemma har jag en tysktillverkad telefon och en sladdlös japansk telefon. Dessa är helt störningsfria och ger inga problem. Den svensktillverkade (LME-fabr) blev helt blockerad när jag körde med "efterbrännkammaren".

Svensk eller tysktillverkad TV

Jag har en tysk och en svensktillverkad TV. När jag kör med mitt slutsteg på 10 meter blåser jag helt ut bilden på den svensktillverkade Philips-TV:n på kanal 3 (56 MHz). På den tyska Telefunken störs bilden enbart av en liten lätt krusning.

På svensktillverkade TV-mottagare ligger färgkretsarna, tryckta ledningar och till och med MF-spolarna helt fria utan någon skärmning. På tysktillverkade apparater är alla dessa känsliga detaljer ordentligt skärmade.

Samma problem gällde LF-detektering. De tyska är helt tysta, men på de svensktillverkade har problem med HF.

I Skandinavien gäller inte samma krav när det gäller avstörning. Ett undantag är de svenska Luxorapparaterna som tillverkades efter 1980 och exporterades i mängder till Tyskland. De uppfyllde DIN-normerna.

Rekommendation

Jag rekommenderar dig att välja fabriken Telefunken, Normende, Graetz, Schaub-Lorenz, Grundig, Loewe-Opta eller annat tyskt fabrikat. De är störningsfria, även mot andra typer av störningar.

Jag uppmanar också svenska myndigheter att ställa krav på DIN-normer för svensk hemelektronik - även för industriell utrustning t ex medicinsk apparatur.

Svenska Televerkets rundradio- och TV-sändare utgör inga problem. Problemen kommer då svensktillverkad hemelektronik används nära sändarna.

I kommande nummer av QTC kommer jag med ytterligare praktiska råd och tips om hur du kan eliminera dessa störningar.

73 SM6SYC Harry Tel 0512-606 40

Komponentlista	
C1-C20	0,01 uF, keramisk
C21-C26	10 uF/16V, tantal
C27	0,1 uF/16V, tantal
C28	1 uF/16V, tantal
C29	68 uF/16V, tantal
R1-R2	10k
R3-R6	1k
R7	10 k
R8-R13	100 k
TR1-TR2	100k, linjär
D1-D2	1N4148
D3-D9	1N4004
D10	Godtycklig lysdiod
T1-T2	MPS112
T3-T6	BDX33A
IC1	555
IC2	4029
IC3	74HC138
IC4-IC6	4011
IC7	4030
IC8-IC9	78S05CV
IC10	78S15CV