

## **DIGITAL VOLT/AMPERE-VISARINSTRUMENT MED LED-DISPLAY**

### **VAD1/2**

Detta projekt kompletterar bäst ett nätanslutet DC-justerbart likspänningsaggregat, för el-laborationer, men skulle även kunna användas som ordinär volt- och amperevisning i andra sammanhang. Vanligtvis väljer de flesta en lämplig IC för ändamålet, såsom CA3162, ICL7106 eller ICL7107 men den här varianten är helt baserad på standardlogik, så om du har en massa logikkretsar som ligger och skräpar kan de komma till användning här.

VAD1/2 är avsedd för 4 stycken 14 segment LED-displayer, 4 siffror för både ström- och spänningsvisning. LED-displayen kan antingen vara av typen gemensam anod (GA) eller gemensam katod (GK), det går vilket som. För anpassning till avsedd variant är det nödvändigt att genomföra korrekt tråddragning via aktuella lödpunkter. Det är heller inte uteslutet att det går att använda en LCD-display... flexibilitet? För detta krävs att man ansluter en fyrkantvåg mot PH-ingången på 4543 (displaydrivare).

Den för ändamålet nödvändiga A/D-omvandlaren är också baserad på diskreta komponenter, vilken utgör länken mellan den analoga mät delen och digitala visardelen. A/D-omvandlaren jobbar med rampomvandlingsprincipen med tillhörande svepgenerator. Den klockas av den mångsidiga 4060-räknaren, via en 12MHz kvartskristall.

Totalkostnaden för VAD är ungefär detsamma som för de nämnda IC-kretsarna. Det blir dock lite mer lödjobb här men beakta att detta projekt är väl optimerad för uppgiften. VAD1/2 är från början avsedd för ström- och spänningsvisning, samtidigt! Både strömmen och spänningen presenteras i realtid, utan flimmar via multiplexing. Skiftning av området/multiplexenheter och ”kommat” görs automatiskt utan avkall på noggrannhet.

Växlingen görs - en gång - med faktorn 10, mellan 8 - 10V och 800mA - 1A. Växlingsläget bestäms av värdet på R16. Standardläget är 0-99.9V och 0-9.990A, men kan varieras på en mängd olika sätt. Teoretiskt kan man mäta 0 till 999V och/eller 0 till 999.0A!

Då den här kategorin visarinstrument vanligtvis förbrukar en hel del ström är VAD avsedd att arbeta med en låg matningsspänning (8VDC) men med vanliga cmos-kretsar från 4000-serien. LED-displayen pulsas snabbt via 4060-kretsen. 100mA är ganska överkomligt.

VAD ska lämpligast försörjas via ett ledigt sekundäruttag från aktuell TRAFO. Det är att föredra då en mätenhet bör vara skild från det objekt som ska kontrolleras, sedermåla måste 0-voltsplanet på VAD och minuspolen hållas åtskilda. Ur störsynpunkt ska de olika minus-potentialerna kopplas via en kondensator (Cd) på ca: 220nF. Iakttä att OP:n i VAD1/2 havererar om en galvaniskt kopplad spänning, högre än matningsspänningen inregistreras.

VAD finns i två varianter. En där LED-displayerna är implementerade på samma kretskort som inhyser elektroniken. Den andra innehåller endast elektroniken vilket gör att denna kan placeras vid sidan av displaymodulen. VAD är ekvivalent med en linjär A/D-omvandlare för små signaler. Underrubriken skulle kunna vara: Linjär A/D-omvandlare med display.

## **DIGITAL VOLT/AMPERE-VISARINSTRUMENT MED LED-DISPLAY**

### **VAD1/2**

---

Som alla andra elektronikprojekt jag har utvecklat baseras även VAD på SMD-teknik i mesta möjliga mån. Det är att föredra då storleken på kortet blir mindre och borrhningsmomentet reduceras, men ett visst antal hål måste borraras i alla fall.

Strömförsörjningen ska ske via en ledig transformatorlindning, likriktas och stabiliseras med en ISOWATT220 7808-regulator. Kåpan till ISOWATT220 är isolerad och kan därför direkt fästas på en godtycklig kylfläns. Ledning dras sedan vidare och kopplas till VAD1/2, men spänningsregulatorn kan även fästas direkt på kretskortet och med ett fristående kylelement. VAD är anpassad för hög omgivningstemperatur (bör undvikas). Det är anledningen att R7 och R19 är kolytskiktetsmotstånd. Dessa kompenserar nämligen det som C3 och C4 avviker.

Innan VAD kan brukas måste den kalibreras med P0, P1 och Ri. Det görs enklast då VAD är monterad och inkopplad i det objekt som ska mätas. Innan så sker bör man testa att bygget fungerar någorlunda. Nackdelen med att spänningssätta en defekt elektronikkrets är att den i samma ögonblick kan haverera. Detta beror av egen erfarenhet oftast på ett mekaniskt fel. Mer konkret rör det sig i det här fallet om ett lödfel pga. att PCB-layouten för VAD är relativt tät. Därför ber jag dig att göra följande: Kontrollera eventuella lödbryggor mellan isolerade ledningsbanor och åtgärda dem. Speciellt mellan IC-benen, där det kan finnas oönskade lödbryggor. Det säkraste är att spraya det etsade mönsterkortet med skyddslack innan lödningsmomentet påbörjas, eller så kan man skrapa mellan IC-benen med ett smalt spetsigt föremål efter lödning.

Nu till funktionstestet: Anslut 8VDC till 8V+ ingången. Båda displayerna ska nu visa 000 hur man än skruvar på P0 och då man vidrör ingångarna M1, M2 och M3 med ett finger ska de börja fladdra. Strömförbrukningen ska vara ca: 100mA. Därmed kan man konstatera att enheten är driftsduglig. För att testa enhetens mätförmåga och sifferpresentation rekommenderas ett fullskaleförsök med L-koppling plus en extern spänningskälla. I så fall kan en kalibrering genomföras (detta beskrivs längre fram). Det kan då inträffa att systemet inte kan "nolla" sig helt, vilket är helt normalt. Det varierar med ditt exemplar av operationsförstärkaren LM224N. Vissa exemplar går ner till noll och andra inte. Detta går emellertid lätt att åtgärda. Byt ut R12 till ett närmast högre motståndsvärde. Som regel kan man börja med 3.3k och sedan öka successivt tills displayen visar noll då det är noll volt in. Ett litet R12 är dock att föredra ur linäritetssynvinkel. VAD har ett inbyggt offsetfel (hopp) i början. Detta medför att mindre strömvärden än 50mA är missvisande.

Lite om R4. Som du kanske förstått, bestämmer R4 förstärkningen på de två operationsförstärkarna. Förstärkningen F mellan dessa ska dessutom vara exakt lika, annars blir det fel i systemet. Storleken av F är sålunda avhängig värdet på Ri. Det är nämligen den lilla spänningen över Ri som måste förstärkas, dvs. för strömmätningen men signalen för mätning av spänningen måste passera samma förstärkare och förstärks därför precis lika mycket som strömmätssignalen. Detta är endast positivt, då mätningen endast i mindre utsträckning belastar mätobjektet. Alltså ju större F desto mindre påverkan på objektet.

## **DIGITAL VOLT/AMPERE-VISARINSTRUMENT MED LED-DISPLAY**

### **VAD1/2**

Då R4 är lika med 1.0Mohm kommer Ri att ligga omkring 0.01ohm. Det är ett lämpligt värde då man mäter strömmar mellan 0-10A. Vid 10A kommer spänningsfallet över Ri att vara 0.1V - det är försumbart. Spänningsfallet på mätkablarna kommer troligtvis att inverka mera. Ri kan då bestå av en ca: 150mm lång tråd av koppar med diametern 0.5mm. Kalibreringen för korrekt strömvisning görs genom att klippa av tråden tills rätt värde infinner sig. För högre strömmar än 10A kan Ri minskas ytterligare.

Man kan också välja att inte gå bakvägen, dvs. bestämma F för ett givet värde på Ri - det är krångligare. För det första kan det vara svårt att få tag på ett motstånd med värdet 0.01ohm, för det andra måste R4 fastställas matematiskt. Det kan då hända att R4 blir 983kohm, vilket kan vara svårt att realisera. Nog om detta - då VAD av konstruktionsmässiga skäl mäter spänningen före Ri blir detta "osynliga" spänningsfall icke registrerat. Därför bör Ri vara så litet som möjligt.

Då  $R4 = 1.0M$  blir  $F = 454ggr.$  (~45ggr. efter att 10-växlaren är aktiverad). Resistansvillkoret för att inget skillnadsfel ska kunna inträffa mellan 10-växlaren är:  **$R1/10 = R1/(R2 + R3 + 80)$** . Om det skulle visa sig att mätvärdena mellan det låga och det höga mätområdet avviker från varandra beror det på skillnaden mellan R1 och R2+R3. Prova då med ett annat värde för R3 och testa. Den här operationen är ovanlig och ska inte behöva göras, men det kan bli aktuellt om t.ex. stora spänningar ska mätas - då det lilla felet mellan 1/10-området gör sig synligt. 2200ohm plus 160ohm kanske inte är tillräckligt för de krav som mätnoggrannheten skall hålla? Se dock till att alla tre av R1, R2 och R3 är lika!

När det gäller mätning av spänningar går även detta av konstruktionsmässiga skäl även genom förstärkarna. Spänningen förstärks alltså kraftigt och ska därför delas ned, innan den når M3. Figuren på efterföljande blad visar hur detta arrangeras. Det visar även att spänningen och strömmen mäts i nära anknytning till varandra i en tre punkters L-koppling.

Väljer man att mäta en ström mellan 0-9A och Ri till 0.01ohm blir R4 omkring 1 Mohm. Vill man samtidigt mäta en spänning mellan 0-40V, ska spänningen tas från en potentiometer i serie med ett 100kohms motstånd via L-kopplingen i DC-aggregatet/mätobjektet. Först kalibreras spänningen omväxlande med P0 och P1, strömmen kalibreras sist med Ri.

Ingångsimpedansen är inte direkt stor (~2200ohm), så för mätning av diverse högimpediva källor måste VAD förses med något slag av buffert på ingången - detta beskrivs ej här.

Det finns en krets som kontrollerar om MSD (Most Significant Digit) är en nolla. Om så är fallet stängs displayen av (blir blank). Överstigs mätområdet visas inget typ "overload" utan MSD förblir en nia (9), medan de andra siffrorna börjar om från noll. Det går alltså att registrera mätvärden ovanför den övre mätgränsen dock bara marginellt.

**Negativa indata hanteras inte av VAD, dvs. minusvärden kan inte visas.**

## **DIGITAL VOLT/AMPERE-VISARINSTRUMENT MED LED-DISPLAY**

### **VAD1/2**

---

VAD använder två stycken dual 7-segment displayer för varje sifferfönster. Egentligen skulle man kunna använda en quad (fyrdubbel) 7-seg... för varje sifferfönster men då jag antar chansen är större att man hittar duala displayer i elektroniklådan fick det bli så. Som kretsschemat visar ligger spänningen till vänster och strömmen till höger. Spänningen visas med grön färg och strömmen med röd färg, men detta kan väljas helt godtyckligt. Strömmen kan t.ex. vara grön, gul, orange... och ligga i det vänstra sifferfönstret. Om så vore ska M3 mäta på strömmen och M2 spänningen. Displayerna är av typen, en pinne för varje segment. Det skulle krävas ytterligare logik för att styra displayer som delar pinnarna för flera siffror. Siffran längs till höger på volt-displayerna används inte i normala fall. Det går att ändra på genom att bryggkoppla 0u1- 0u3. Det krävs ifall man vill mäta millivolt (eller milliampere).

PCB-layouten för VAD1 har standardmått 100x150mm. Det kravet har medfört att ledningsbanorna ligger ganska tätt (för att vara ett amatörprojekt). Säkra är att använda UV-metoden innan etsning, annars kanske det bli knepigt? Då VAD2 är uppdelad i två enheter för att kunna lägga elektronikmodulen vid sidan om displaymodulen. Kanske man vill ha diverse panelkomponenter strax under sifferfönstren?

Ett dubbelsidigt mönsterkort krävs. Då utrymmet är kritiskt används ett lager endast för strömmatning, avstörningskondensatorer, jordplan samt till segment-länkar. Jordplanet gör skillnad på analoga- och digitala signaler, i syfte att hålla störningarna låga på analogsidan. Det andra lagret utgör som bekant övrig kretsutbyggnad. Montering och lödning bör dock gå ganska fort, då inga korsbyglingar eller nollohmsmotstånd existerar.

Antalet hål som ska borraras har kraftigt reducerats, det snabbar på bygget. Av den anledningen ska alla benen på IC-kretsar klippas av UTOM plus- och minusbenen! Hål behöver alltså bara borraras för pluspinnen och minuspinnen. Det är pinne nr.1 och nr.14 alt. nr.16, för logikkretsarna. 1&8 för LM393 och 4&11 för LM224. Plus och minusbenen löds på båda lagren. Det gäller även C1, D1 och displaymodulerna. Displaymodulernas ovansida kan bli svår att löda om de trycks ned helt mot kortet. Lägg därför en tillfällig distans (ca: 2.5mm) mellan displaymodulen och mönsterkortet då dessa ska lödas.

IC-kretsarna är av typen hålmonterade men monteras i likhet med andra SMD-komponenter (förutom plus och minusbenen). Några hål för de hålmonterade motstånden ska inte borraras! De löds på komponentsidan likt ett ytmonterat motstånd. Detsamma gäller för motståndsnäten. Det är väsentligt att nivån i höjddled på komponentsidan ligger under displaymodulernas ovansida, då dessa ska ligga an mot displayfönstret. Det skall dock inte kunna inträffa om monteringen görs korrekt. Som displayfönster kan man t.ex. använda den transparenta plasten i diverse papperssamlare, plastlådor mm.

VAD registrerar signaler snabbare än vad ett öga kan uppfatta. Det kan därför vara svårt att mäta strömmen genom en belastning som varierar snabbt. Det enda sättet att undvika detta är att koppla en filterkondensator på utgången av DC-aggregatet (alltså mätobjektet).

SPÄNNING

STRÖM

Pu3 Pu2 Pu1 Pu0 Pi3 Pi2 Pi1 Pi0 R23 R23 R23

0u1-0u3 0i 1Q 10Q

4st. Motståndsnät 5 x 100Ω

Du Cu Eu Di Ei Ci T1 T2 R26 R26

D4 D2 4002 NOLL?

ABC DE FG ABC DEFG A BCDE EF G

PH BI LD PH BI LD PH BI LD

R20 R20 R21

8 4 2 1 8 4 2 1 8 4 2 1

4520 4520 4520

R 1 0 R 1 0 R 1 0

D3 D5

4013 4013 4013

Q S Q R Q S Q R

MUX-KRETS

FRÅN SERIE TILL PARALLELL

TRIGG

U75

R16 R15

LM393 1/10

JÄMFÖRARE

LM393

LM224

SVEP-GENERATOR

12MHz

C5 R11 C6

Q9 Q14 Q12 Q4

4060

OSCILLATORKRETS

R22 R 8 4 2 1 0

4520

U75 C4 R14

Trigg

R13 T3 C3

LM224

P0

R10

LM224

R19 R12 C2

Uop Uop

LM224 LM224

R4 R4

DIFFERENTIAL-FÖRSTÄRKARE MED 10-DELARE

- 4066 -

IC:

- 3 x 4543B
- 2 x 4520B
- 1 x 4011B
- 1 x 4002B
- 1 x 4013B
- 1 x 4060BP
- 1 x 4066BP
- 1 x LM224N
- 1 x LM393

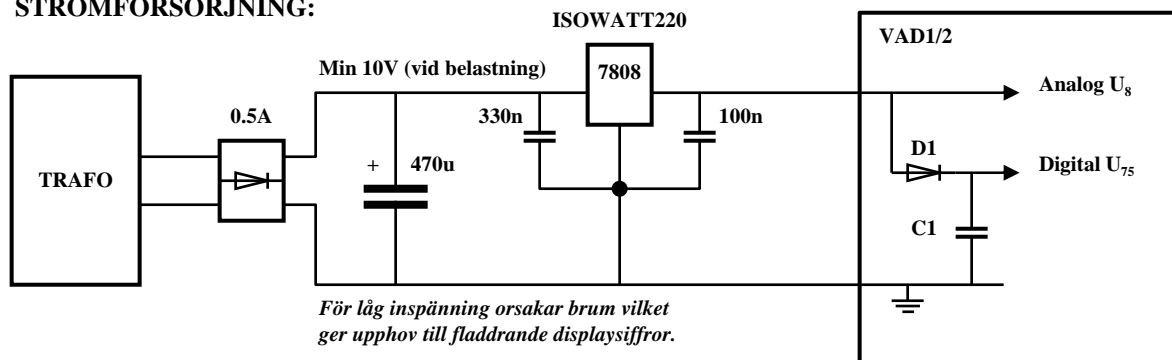
PROJEKT	Digital VA-visarinstrument	
MODUL	VAD1	
MODELL	-	
REVISION	A-1	RITNING: 1 av 2
MATNING	≥ +10 VDC	≤ +35 VDC
STRÖM	Typ 100 mA	
ÖVRIGT	+10 till +60°C : Max 2% felvisning.	

B. Lindqvist 2005-03

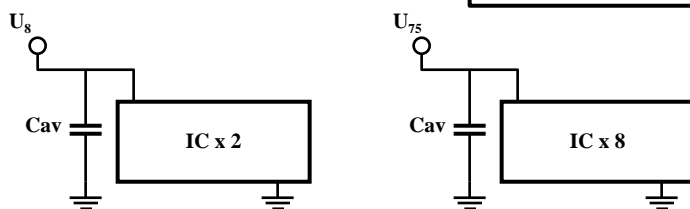
<b>PROJEKT</b>	<i>Digital VA-visarinstrument</i>	
<b>MODUL</b>		
<b>MODELL</b>	<b>VAD1</b>	-
<b>REVISION</b>	A-1	<b>RITNING: 1 av 2</b>
<b>MATNING</b>	$\geq +10$ VDC	$\leq +35$ VDC
<b>STRÖM</b>	Typ 100 mA	
<b>ÖVRIGT</b>	+10 till +60°C : Max 2% felvisning.	
<i>B. Lindqvist</i>		<i>2005-03</i>

# KRETSSCHEMA

## STRÖMFÖRSÖRJNING:



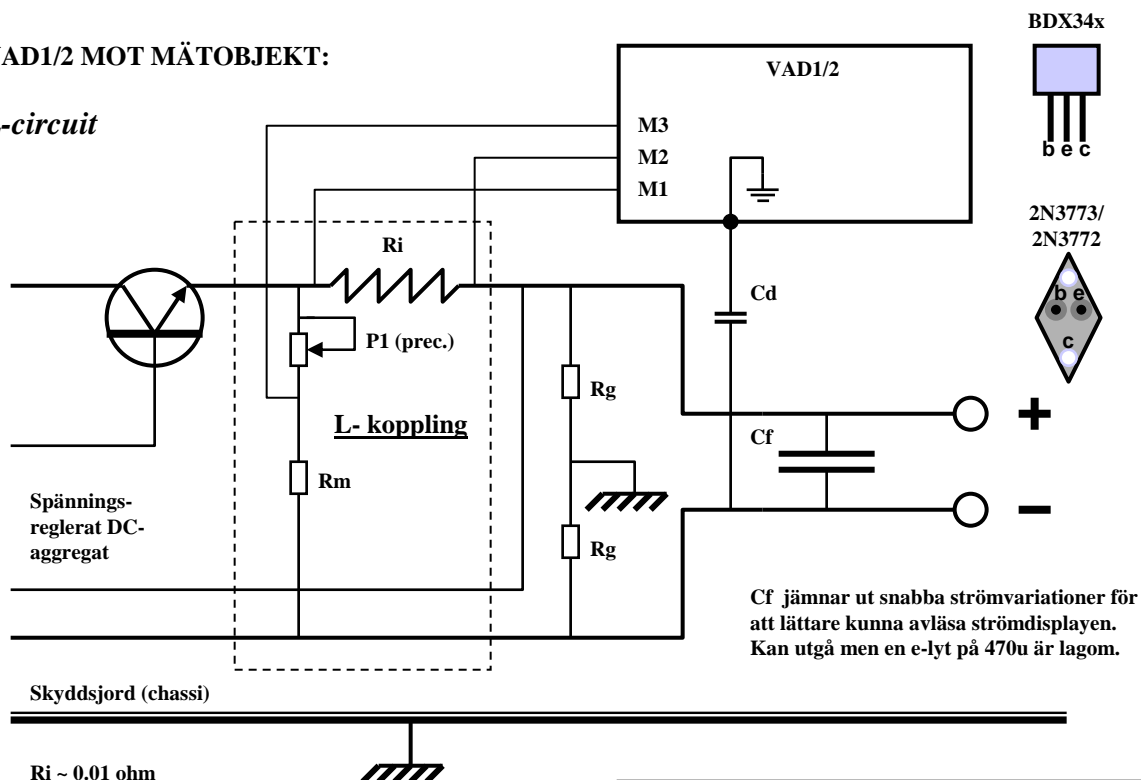
## AVSTÖRNING FÖR ALLA IC: (utom LM224)



Cav = 10n, SMC-1206

## VAD1/2 MOT MÄTOBJEKT:

### L-circuit



$R_i \sim 0.01 \text{ ohm}$

$P1 \leq 220 \text{ ohm}$

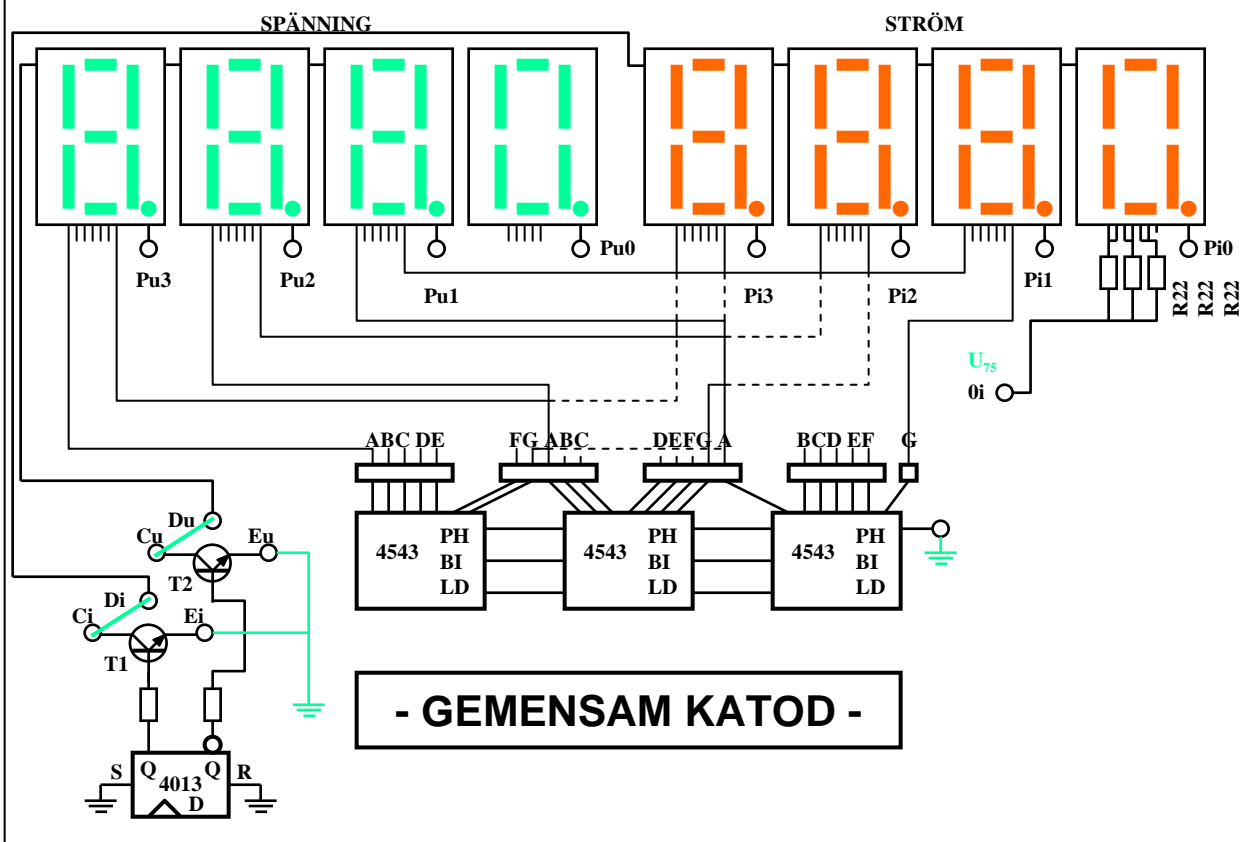
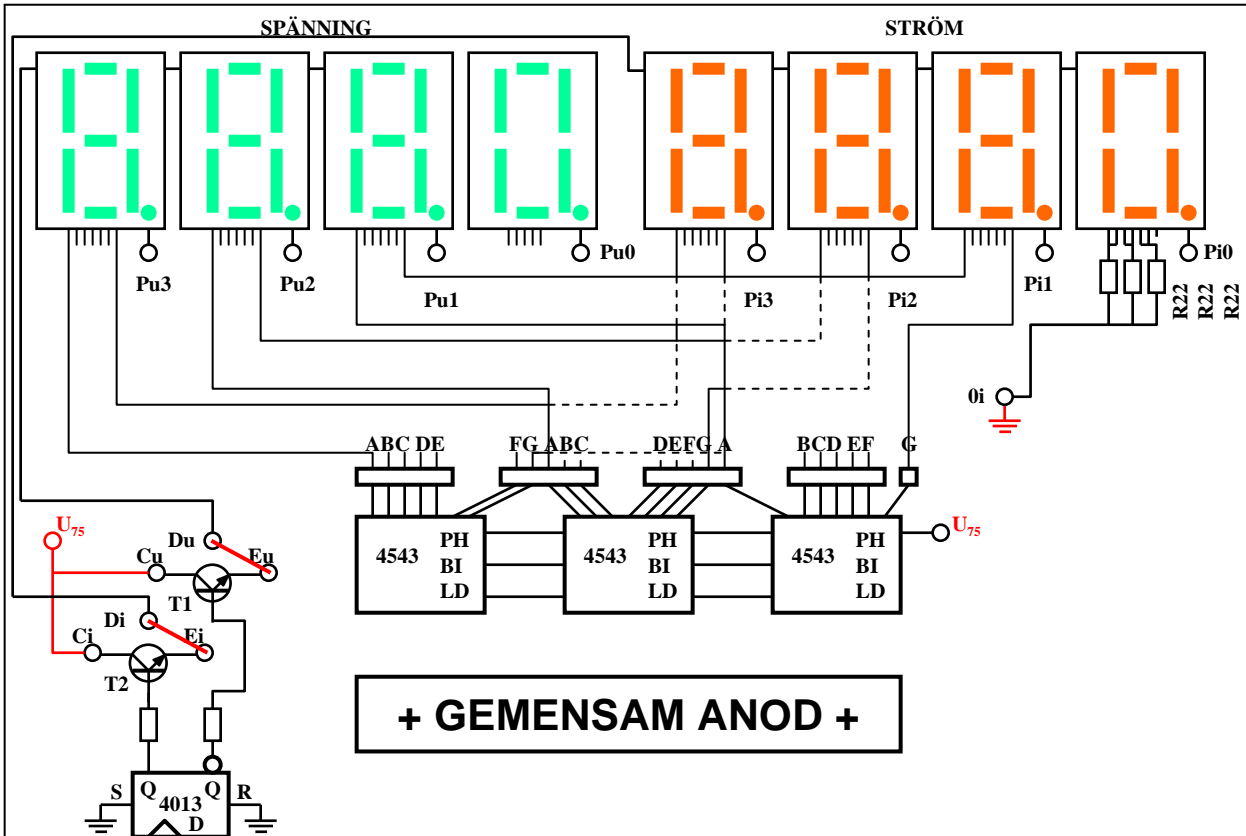
$R_m \sim F_{\max} \cdot P1$  (om  $P1=220\text{ohm}$  blir  $R_m \sim 100k$ )

$R_g \geq 10M$  (välj helst inte SMD-motstånd)

$C_d = 220n$  (större  $C_d$  skapar displaystörningar vid snabba invariationer)

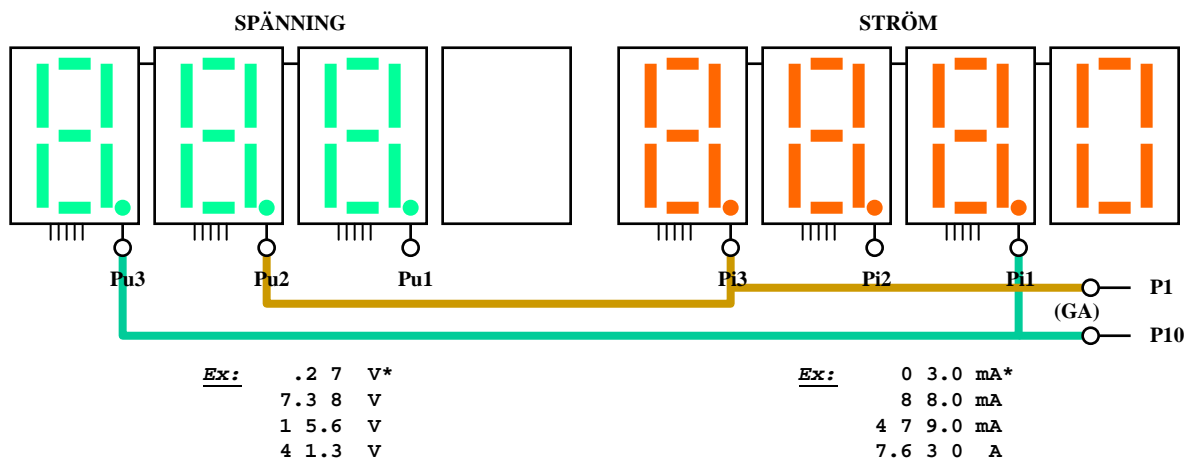
PROJEKT	Digital VA-Visarinstrument	
MODUL	L-circuit mm.	
MODELL	VAD1/2	-
REVISION	A-1	RITNING: 2 av 2
MATNING		
STRÖM		
ÖVRIGT		
B. Lindqvist		2005-03

# ANSLUTNING AV DISPLAYELEMENT

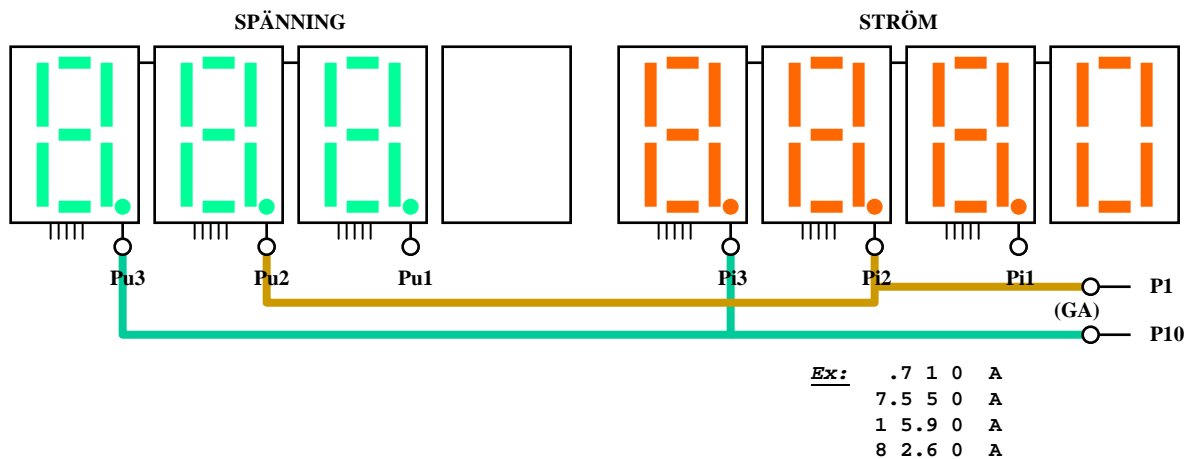


# INKOPPLING FÖR VALT MÄTOMRÅDE

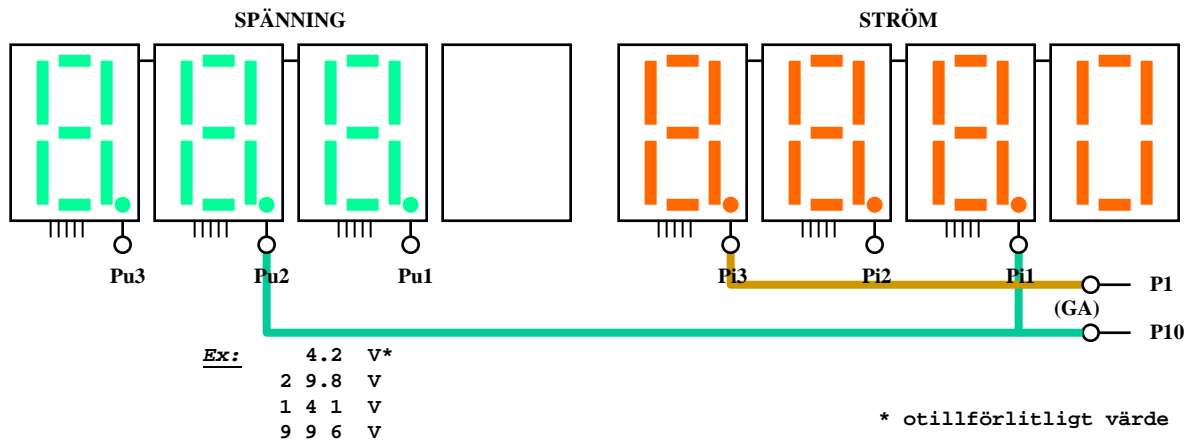
0-99.9V / 0-999mA - 9.990A :



0-99.9V / 0-99.90A :



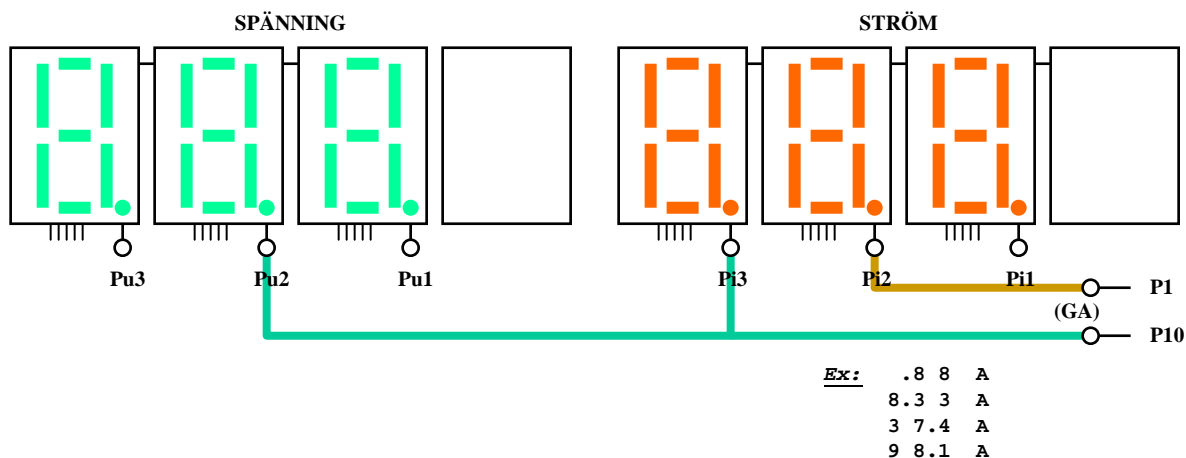
0-999V / 0-999mA - 9.990A :



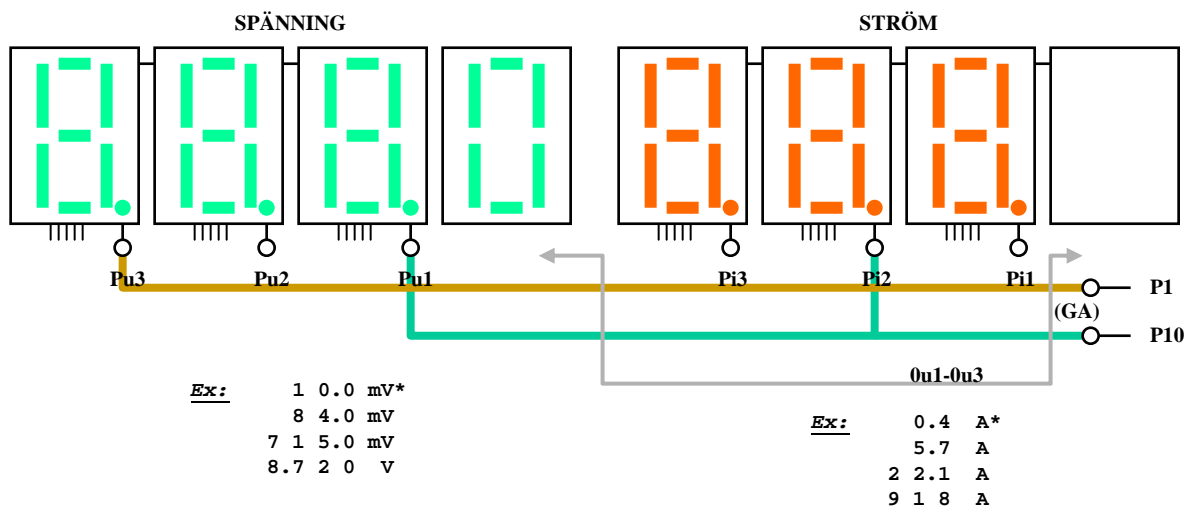


# INKOPPLING FÖR VALT MÄTOMRÅDE

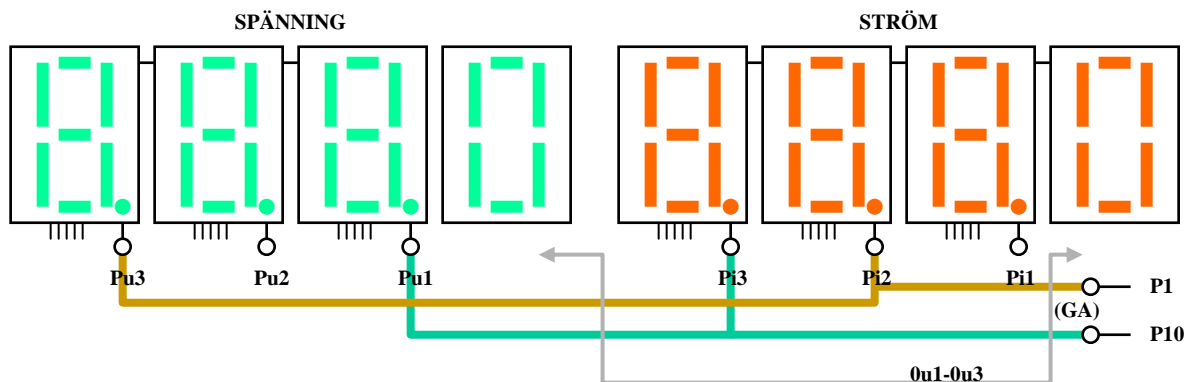
0-999V / 0-99.9A:



0-999mV - 9.990V / 0-999A:

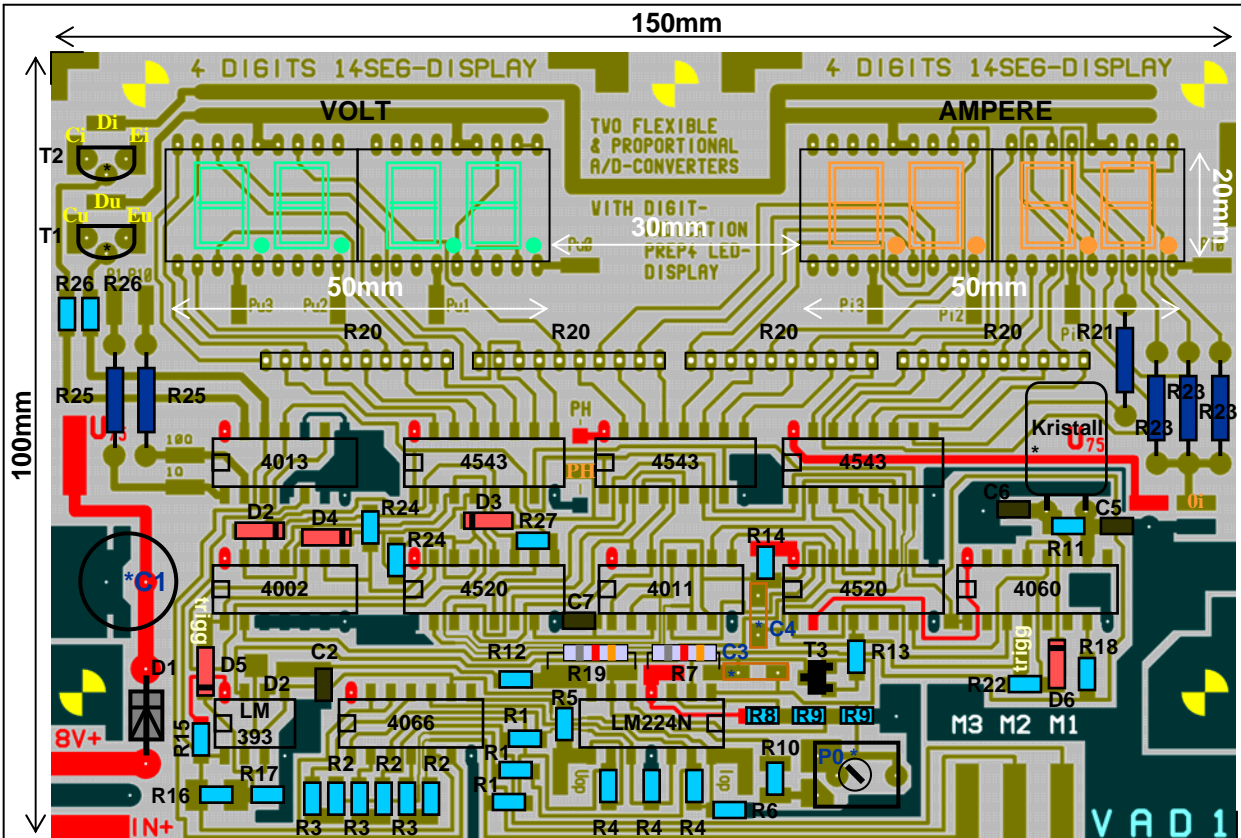


0-999mV - 9.990V / 0-99.90A :



\* otillförlitligt värde

# KOMPONENTPLACERING



## SMR1206:

R1 = 22k x 3  
 R2 = 2k2 x 3  
 R3 = 160Ω x 3  
 R4 = 1M x 3  
 R5 = 100k  
 R6 = 1k  
 R8 = 330Ω  
 R9 = 1k x 2  
 R10 = 47k  
 R11 = 100k  
 R12 = 4k7  
 R13 = 47k  
 R14 = 220k  
 R15 = 4k7  
 R16 = 22k  
 R17 = 100k  
 R18 = 4k7  
 R22 = 4k7  
 R24 = 47k x 2  
 R26 = 1k x 2  
 R27 = 22k

## SMC1206:

C2 = 10n  
 C3 = 4n7 (NP0)  
 C4 = 4n7 (NP0)  
 C5 = 100p  
 C6 = 33p  
 C7 = 10n  
 Cav = 10n x 10

**OBS. Borra inga onödiga hål.**  
 T.ex. ska inte hål borras för  
 motståndsnäten. Se  
 Jordplan-layouten.

**C3 och C4 ska vara en SMC**  
 med NP0-dielektrikum, eller  
 en finare plastkondensator.  
 Båda ska vara samma sort!  
 Detta är helt avgörande för  
 stabil siffravisning och för  
 temperaturstabiliteten.

**Som VAD är konstruerad kan**  
 den länkas med bl.a. ström-  
 begränsningen. För detta  
 finns lödpunkterna: Iop, Uop,  
 1Q och 10Q.

## LOGIK:

4543B x 3  
 4520B x 2  
 4013B x 1  
 4002B x 1  
 4011B x 1  
 4060BP x 1  
 4066BP x 1

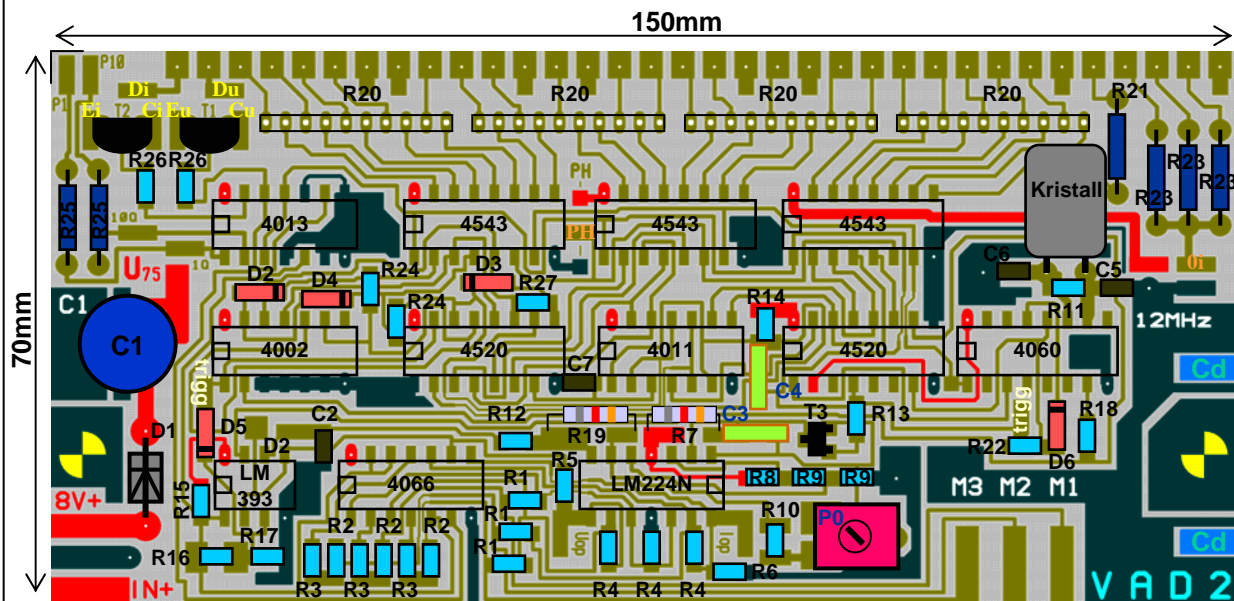
## Andra komponenter:

R20 = SIL motståndsnät x 4, R<sub>1-5</sub>=100Ω  
 R21 = 100Ω, Hålmonterad  
 R23 & R25 = 330Ω x 5, Hålmonterade  
 R7 & R19 = 82k, Kolytskikt, Hålmont. -  
 Ska ligga an mot kortet!  
 C1 = 1000u, 10V, E-lyt, Hålmonterad  
 D1 = 1N4004, Hålmonterad  
 D2 - D6 = BAS32 x 5, SMD  
 T1 & T2 = BC337/25, Hålmonterade  
 T3 = BC847B, SMD  
 P0 = 10k, PTC-10, Cermet (L eller S)  
 4OP = LM224N, Hålmonterad & vänd!  
 (LM324N är ersättare men sämre)  
 Dubbel komparator = LM393, Hålmont.  
 Processorkristall 12MHz, Hålmonterad  
 Stab. 8V = 7808 ISOWATT220  
 LED-DISPLAYER 4st. 14 segment

\* = Monteras från jordplansidan

PROJEKT	Digital VA-visarinstrument	
MODUL		
MODELL	VAD1	
REVISION	A-1	RITNING: 1 av 3
ÖVRIGT	Komponentsida	
B. Lindqvist		2005-03

# KOMPONENTPLACERING



## SMR1206:

R1 = 22k x 3  
 R2 = 2k2 x 3  
 R3 = 160Ω x 3  
 R4 = 1M x 3  
 R5 = 100k  
 R6 = 1k  
 R8 = 330Ω  
 R9 = 1k x 2  
 R10 = 47k  
 R11 = 100k  
 R12 = 4k7  
 R13 = 47k  
 R14 = 220k  
 R15 = 4k7  
 R16 = 22k  
 R17 = 100k  
 R18 = 4k7  
 R22 = 4k7  
 R24 = 47k x 2  
 R26 = 1k x 2  
 R27 = 22k

## SMC1206:

C2 = 10n  
 C3 = 4n7 (NP0)  
 C4 = 4n7 (NP0)  
 C5 = 100p  
 C6 = 33p  
 C7 = 10n  
 Cav = 10n x 10

**OBS. Borra inga onödiga hål.**  
 T.ex. ska inte hål borras för  
 motståndsnäten. Se  
 Jordplan-layouten.

**C3 och C4 ska vara en SMC**  
 med NP0-dielektrikum, eller  
 en finare plastkondensator.  
 Båda ska vara samma sort!  
 Detta är helt avgörande för  
 stabil siffravisning och för  
 temperaturstabiliteten.

**Som VAD är konstruerad kan**  
 den länkas med bl.a. ström-  
 begränsningen. För detta  
 finns lödpunkterna: Iop, Uop,  
 1Q och 10Q.

## LOGIK:

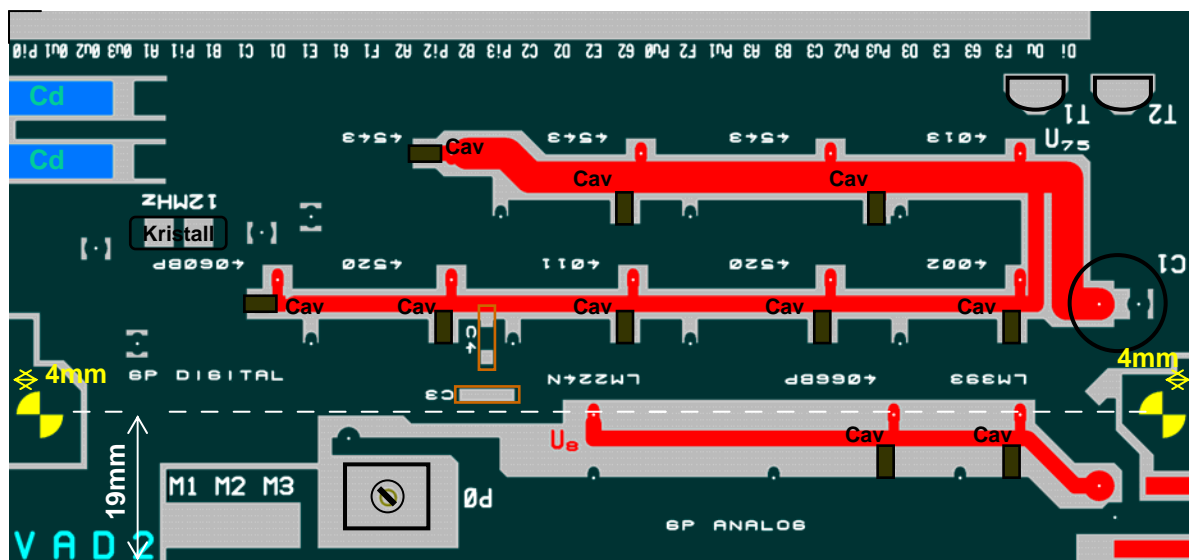
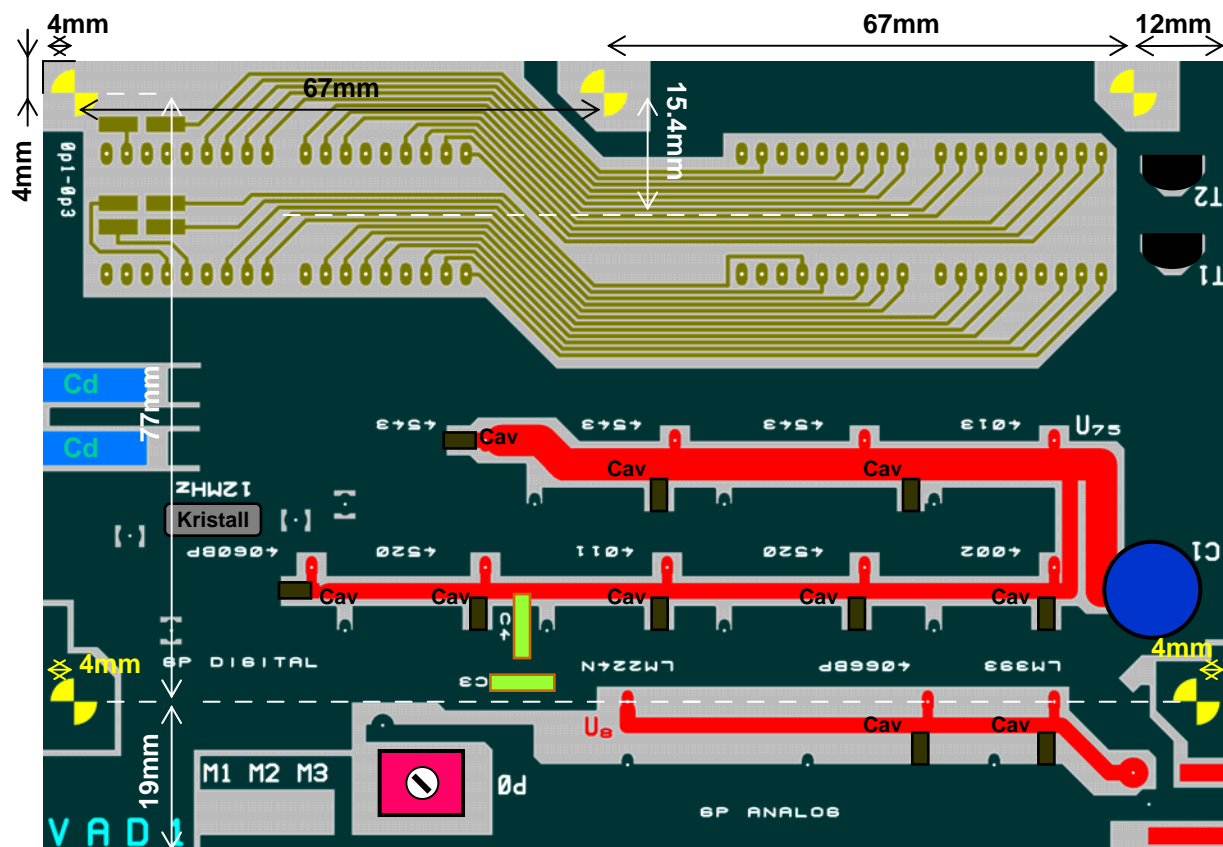
4543B x 3  
 4520B x 2  
 4013B x 1  
 4002B x 1  
 4011B x 1  
 4060BP x 1  
 4066BP x 1

## Andra komponenter:

R20 = SIL motståndsnät x 4, R<sub>1-5</sub>=100Ω  
 R21 = 100Ω, Hålmonterad  
 R23 & R25 = 330Ω x 5, Hålmonterade  
 R7 & R19 = 82k, Kolytskikt, Hålmont. -  
 Ska ligga an mot kortet!  
 C1 = 1000u, 10V, E-lyt, Hålmonterad  
 D1 = 1N4004, Hålmonterad  
 D2 - D6 = BAS32 x 5, SMD  
 T1 & T2 = BC337/25, Hålmonterade  
 T3 = BC847B, SMD  
 P0 = 10k, PTC-10, Cermet (L eller S)  
 4OP = LM224N, Hålmonterad & vänd!  
 (LM324N är ersättare men sämre)  
 Dubbel komparator = LM393, Hålmont.  
 Processorkristall 12MHz, Hålmonterad  
 Stab. 8V = 7808 ISOWATT220

PROJEKT	Digital VA-visarinstrument	
MODUL		
MODELL	VAD2	
REVISION	A-1	RITNING: 2 av 3
ÖVRIGT	Komponentsida	
B. Lindqvist		2005-03

# KOMPONENTPLACERING



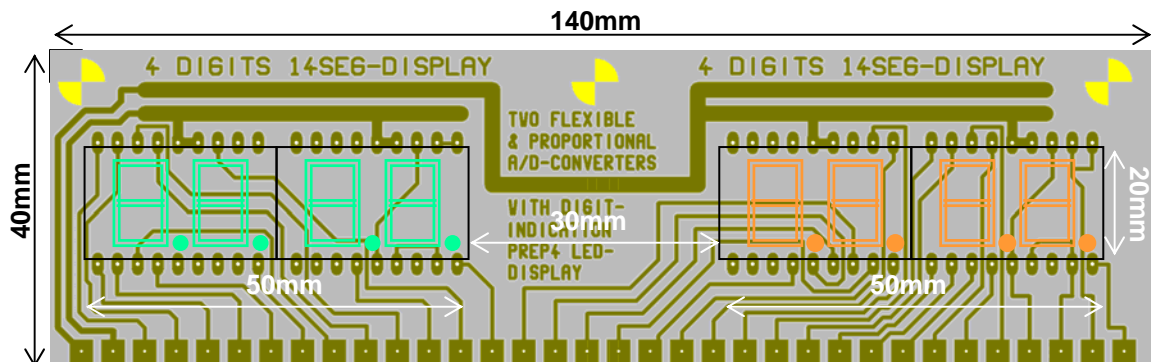
Längdmått gäller med en decimals noggrannhet (om ingen decimal är utsatt) enligt ex nedan.

4mm är lika med 4.0mm,  
22mm är lika med 22mm ±0.2mm och  
2.4mm är lika med 2.4mm.

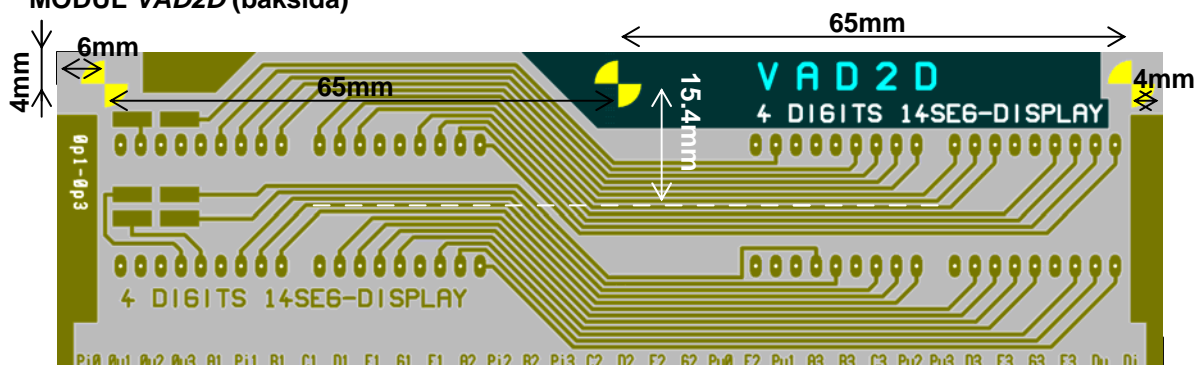
PROJEKT	Digital VA-visarinstrument		
MODUL			
MODELL	VAD1/2		
REVISION	A-1	RITNING: 3 av 3	
ÖVRIGT	Jordplansida		
B. Lindqvist		2005-03	

# KOMPONENTPLACERING

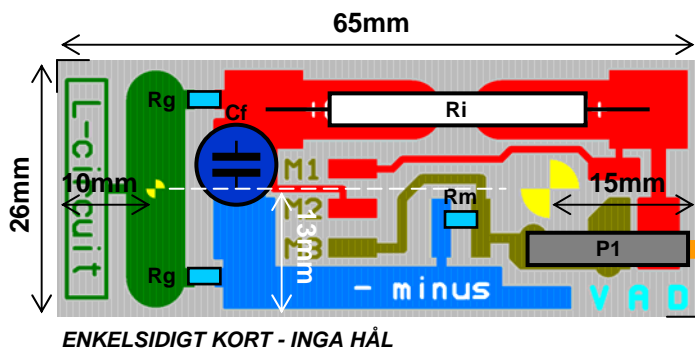
MODUL VAD2D (komponentsida)



MODUL VAD2D (baksida)



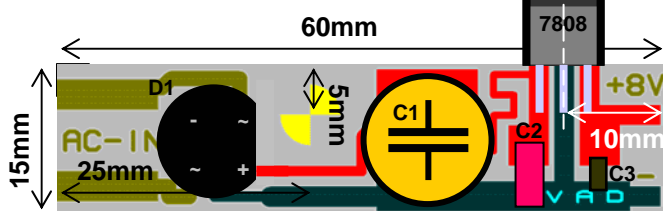
MODUL L-koppling (komponentsida)



P1: En hålmonterad precisionspot...  
ELFA: Typ 89P BI Technologies  
164-72-146 (100ohm)  
164-72-161 (200ohm)

Enkelsidigt kort, där alla komponenter ska monteras på ovansidan. Kortet ska jordas mot chassit (skyddsjord), via det vänstra skruvhålet.

MODUL STAB8V (komponentsida)

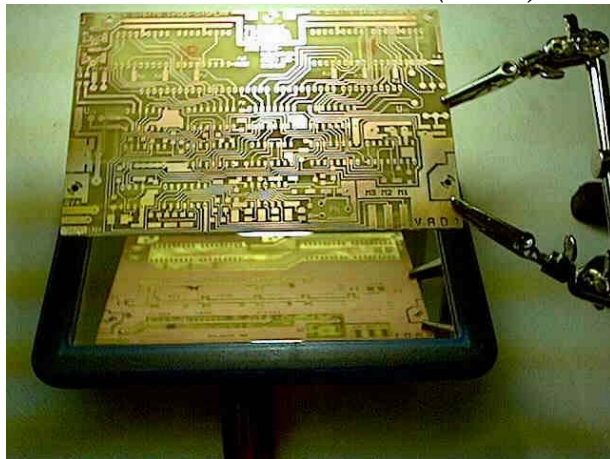


7808 = Spänningsstabelle 8V , ISOWATT220  
D1 = Kapslad likriktarbrygga , hålmonterad  
C1 = 470u , E-lyt , hålmonterad  
C2 = 330n , plastkondensator , hålmonterad  
C3 = 100n , SMC

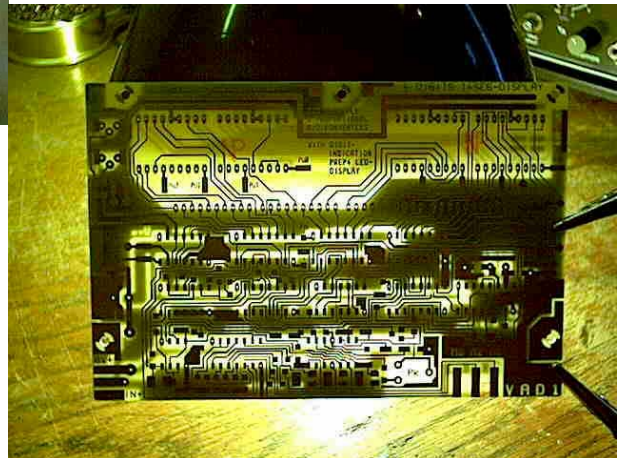
Enkelsidigt kort, där alla komponenter ska monteras på ovansidan. Välj själv om endast ett skruvhål för 7808 räcker?



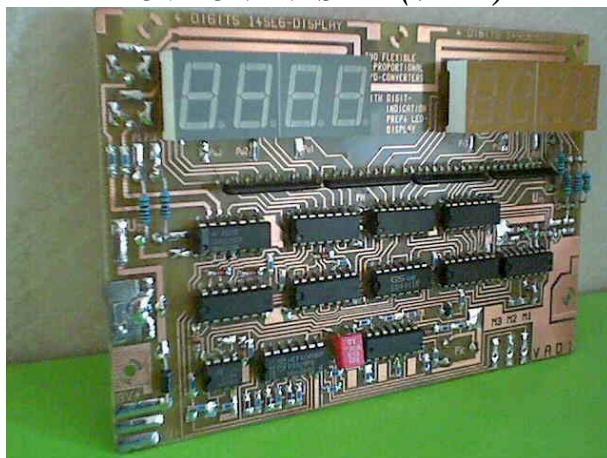
## ETSAT MÖNSTERKORT (VAD1)



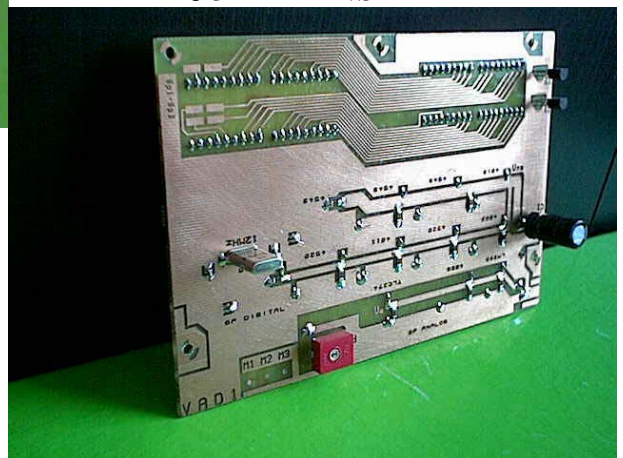
## BELYST



## KOMPONENTSIDA (VAD1)



## JORDPLANSIDA



Bilderna visar en tidigare prototyp som har  
smärre olikheter i mönsterlayouten.  
I övrigt är den identisk med gällande version.