

2002:E018



HÖGSKOLAN
TROLLHÄTTAN · UDDEVALLA
INSTITUTIONEN FÖR TEKNIK

EXAMENSARBETE

Patientövervakning

Jasmir Hamza
Fahti Kocer

2002-06-18

Högskolan Trollhättan/Uddevalla
institutionen för teknik
Box 957, 461 29 Trollhättan
Tel: 0520-47 50 00 Fax: 0520-47 50 99
E-post: teknik@htu.se

EXAMENSARBETE

Patientövervakning

Sammanfattning

Detta examensarbete går ut på att omkonstruera och förbättra ett elektroniskt system som består huvudsakligen av en töjningsgivare och ett kretskort. Systemet skall fungera som en "övervakare" till patienten. Det känner av sängens viktförändring dvs om patienten går ur sängen så skall det via trådlös överföring skicka en signal till personalen. Hela idén bygger på att man har ett elektronisk system i en metallburk under varje ben i sängen där man vill ha patientövervakning.

För att utarbeta en lösning så behövs det elektronikkunskaper inom konstruktionsområden. Dessutom är det att föredra att ha en klar och välgenomtänkt strategi när man ska börja lösa uppgiften.

Nyckelord: Töjningsgivare, kretskort, konstruktion, elektronik , patientövervakning.

Utgivare:	Högskolan Trollhättan/Uddevalla, institutionen för teknik Box 957, 461 29 Trollhättan Tel: 0520-47 50 00 Fax: 0520-47 50 99 E-post: teknik@htu.se				
Författare:	Jasmir Hamza och Fahti Kocer				
Examinator:	Per-Olof Andersson				
Handledare:	Staffan Buhr, Processcomponent AB Björn Sikström, Högskolan Trollhättan				
Poäng:	10	Nivå:	C		
Huvudämne:	Elektroteknik	Inriktning:	Elektronisksystem		
Språk:	Svenska	Nummer:	2002:E018	Datum:	2002-06-18

DISSERTATION

Patient supervision

Summary

This dissertation will treat to construction and improve an electronic system, which consists of a strain gauge and a printed circuit board. The system shall work as a “supervisor” to the patient. The system is detecting any change of weight on the bed i.e. if the patient leaves the bed then the system transmit a wireless signal to the personnel. The whole idea is based on an electronic system in a metal tin under each bone in the bed, where you want to have a patient supervision.

To find a solution you need knowledge of electronics, especially within the construction field. Furthermore it is preferable to have a clear and well thought out strategy when you begin to solve the problem.

Keywords: strain gauge, printed circuit card, construction, electronic, patient supervision.

Publisher: University of Trollhättan/Uddevalla, Department of Technology
Box 957, S-461 29 Trollhättan, SWEDEN
Phone: + 46 520 47 50 00 Fax: + 46 520 47 50 99 E-mail: teknik@htu.se

Author: Jasmir Hamza and Fahti Kocer

Examiner: Per-Olof Andersson

Advisor: Staffan Buhr, Processcomponent AB
Björn Sikström, University of Trollhättan

Subject: Electrical Engineering, Electronics Systems

Language: Swedish **Number:** 2002:E018 **Date:** 18 June 2002

Förord

Detta 10 poängs examensarbete har utförts i Trollhättans Högskola (HTU) i uppdrag av Processcomponent AB. Examensarbetet är en obligatorisk del av den 120 poängs elektroingenjörsutbildning som ges vid Trollhättans tekniska högskola.

Vi vill passa på att tacka följande personer för deras hjälp under examensarbetet :

Vår handledare Björn Sikström på HTU, vår examinator Per-Olof Andersson och vår handledare Staffan Buhr i företaget Processcomponent AB.

Vi vill även tacka Hans Dahlin från Trollhättans Högskola för hans hjälpinsatser och bidrag i vårt examensarbete.

Jasmir Hamza och Fahti Kocer

Innehållsförteckning

Sammanfattning	i
Summary	ii
Förord	iii
Innehållsförteckning	iv
Symbolförteckning	vi
1 Inledning	1
1.1 <i>Bakgrund</i>	1
1.2 <i>Syfte</i>	1
1.3 <i>Avgränsningar</i>	1
2 Kort om patientövervakning	2
3 Beskrivning	3
3.1 <i>Huvuddel</i>	3
3.2 <i>Matningsspänningar</i>	5
3.3 <i>Spänning till strömomvandlare</i>	5
4 Detaljerad beskrivning	6
4.1 <i>Matningsspänningar</i>	7
4.2 <i>Brygga och instrumentförstärkare</i>	7
4.3 <i>Spänning-ström omvandlare</i>	9
4.3.1 <i>Strömreglering</i>	9
4.3.2 <i>Spänningsföljare</i>	10
4.3.3 <i>Extraström</i>	10
4.3.4 <i>Sp-str omvandlaren (den kompletta kopplingen)</i>	11
5 ESD-skydd	12
5.1 <i>Allmänt om ESD</i>	12
5.2 <i>Skydd mot urladdningar</i>	12
5.2.1 <i>Skyddskomponent</i>	13
6 Att skapa kretskortslayout med PCB-software	14
6.1 <i>Allmänt om PCB</i>	14
6.2 <i>Exempel på en PCB-design</i>	14
6.3 <i>Förekommande finesser i ett PCB- program</i>	17
6.3.1 <i>Clean-Up</i>	17
6.3.2 <i>3D Viewing</i>	17
6.3.3 <i>Att skapa egen bibliotek</i>	17
6.3.4 <i>Kretskort kontroll</i>	18
6.3.5 <i>PCB import och export</i>	18
6.4 <i>Från Autocad till "Circuit Maker 2000 & Protel"</i>	19
7 Ritningen av kretsen	20
7.1 <i>Kretskopplingschema</i>	21
7.1.1 <i>Exportering av PCB nätlista</i>	22
7.2 <i>Kretskortsritning</i>	23
7.2.1 <i>Importering av filer</i>	23

7.2.2 Komponentplacering.....	24
7.2.3 Routing	26
7.3 Kretskortsprintning.....	27
8 Mätning av kopplingen	28
9 Referensförteckning	29
10 Bilagor.....	30
Bilaga A1	1
Bilaga A2	2
Bilaga A3	3
Bilaga A4	4
Bilaga A5	5
Bilaga B1	6
Bilaga B2	7
Bilaga B3	8
Bilaga B4	9

Symbolförteckning

PCB : Printed Circuit Board, översatt till svenska så betyder det ”kretskortskonstruktion”.

PCB-software : Programvara som man använder för att konstruera kretskort tillsammans med kretskortets alla ledningar och komponenter.

ESD : Electrostatic Discharge, vilket står för ”elektrostatiska urladdningar” som kan uppstå via t.ex. en uppladdad människa.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

För att förbättra patientens säkerhet inom vården behövs det någon form av "övervakning" när patienten ligger i sängen i sitt rum. Personalen skall kunna i tid upptäcka om patienten går ur sängen. För en sådan övervakning är det bara vissa typ av patienter som skulle vara tänkbara, t.ex. patienter med demens och dylikt. För att ta hänsyn till personintegriteten är en kameraövervakning inte tänkbar. Att binda fast patienten är ju inte heller att föredra.

En möjlig lösning på problemet är nämligen att placera en metallburk under sängens varje ben. I metallburken finns ett givarsystem som består av töjningsgivare och kretskort. Givarsystemet känner av sängens viktförändring dvs om patienten går ur sängen så skall givarsystemet via trådlös överföring skicka en signal till personalen.

Processcomponent AB hade framtagit en prototyp av ett kretskortkonstruktion. Dock visade sig att detta kretskortet inte fungerade korrekt i sin arbetsmiljö p.g.a. att det var oskyddad mot ESD- urladdningar som kunde uppstå via en uppladdad säng. Vi hade kommit i kontakt med Staffan Buhr, som är företagets ägare och vår handledare för detta examensarbetet, genom telefonkontakt. Efter att ha haft ett par telefonsamtal och ett personligt möte med Staffan här i Trollhättan så fick vi klartecken från Per-Olof Andersson om att vi kan börja med den uppgiften som vårt examensarbete. Då konstruktion inte var skyddad mot störningar och urladdningar så ville företaget att vi skulle komma på någon lösning för att åtgärda det.

1.2 Syfte

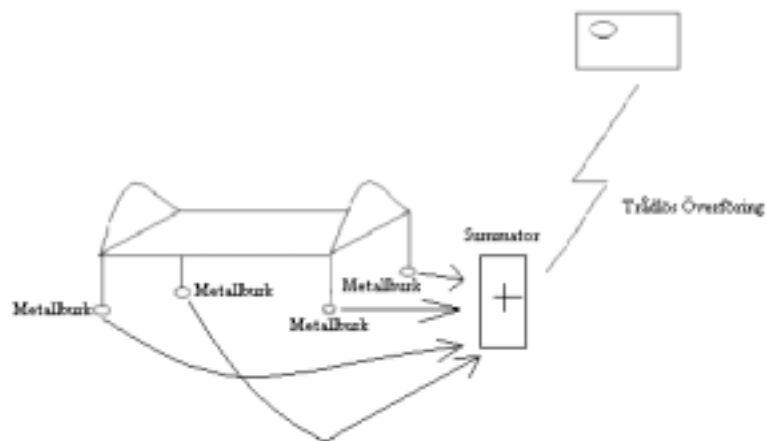
Detta examensarbete syftar till att förbättra kretskortkonstruktionen så att den blir skyddad mot ESD- urladdningar samtidigt som att reglera utströmmens värde, som erhålls från kretsens utgång, mellan (4 - 20) mA och rita hela konstruktionen i ett PCB- software. Målet är att få ett fungerande konstruktion efter företagets krav.

1.3 Avgränsningar

Vi avgränsade vårt arbete till att komma på en lösning för att skydda kretskonstruktionen mot urladdningar och reglering av utströmmen. Däremot var det inte vår uppgift att se till att summatorn, som summerar givarsystemens totala utsignal värde från varje ben, skulle fungera så som den ska och skicka rätt signalvärde till personalen.

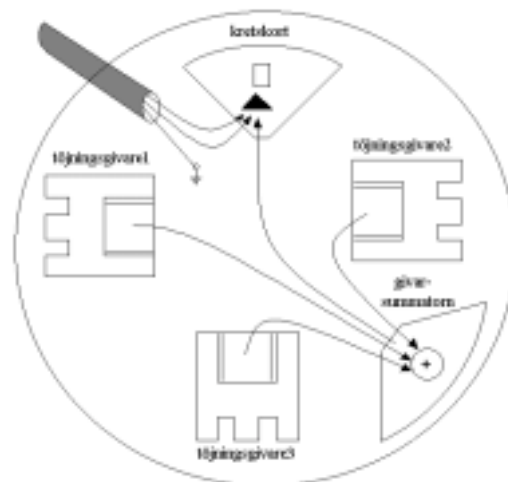
2 Kort om patientövervakning

Under sängens varje ben placeras en metallburk som känner av sängens viktförändring dvs om patienten går ur sängen så ger den ut ett visst signalvärde. Metallburkarna är ihopkopplade till en summator som summerar värden från varje burk. På detta sätt fås ett medelvärde och detta bidrar till att undvika ”felvärde”, dvs. om patienten rör sig i sängen så ser summatorn till att det inte blir olika värden utan alltid samma värde som skickas trådlöst till personalen som en signal.



Figur 1

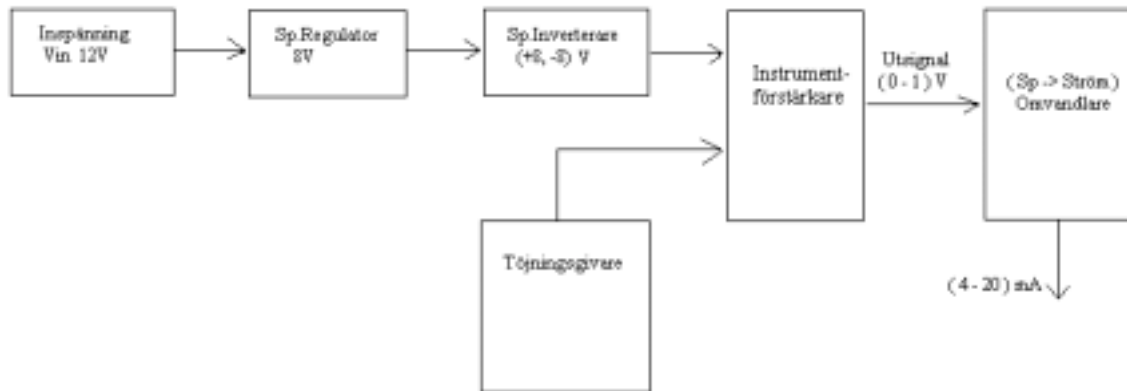
I varje metallburk finns tre töjningsgivare, en givarsummator och ett kretskort. I metallburkarna finns tre töjningsgivare för att undvika ”felvärde”. Det finns olika form på sängens ben och i vissa fall finns även hjul så det behövs flera givare för att avläsa rätt värde. Töjningsgivarna är kopplade till givarsummatorn som är i sin tur kopplad till kretskortet.



Figur 2 Metallburken

3 Beskrivning

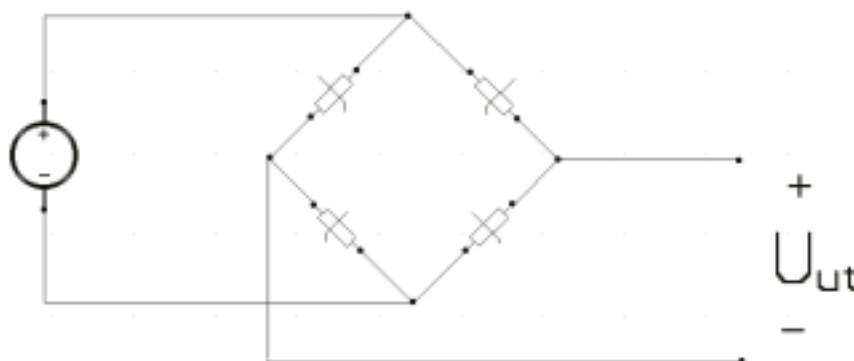
Här nedan beskrivs kretskonstruktionens funktion.



Figur 3 Blockschema

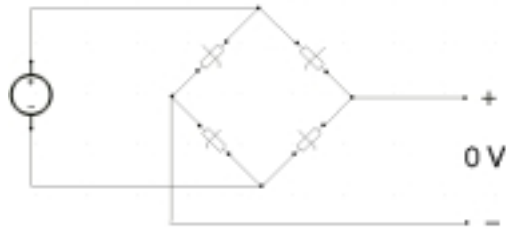
3.1 Huvuddel

Huvuddelen i kretsen består av förstärkaren och töjningsgivare. Den har som uppgift att ge utspänning mellan 0V och 1V. När töjningsgivare utsätts för massa motsvarande 100kg omvandlas det till 1V som utspänning från instrumentförstärkaren. När töjningsgivare inte utsätts för massa dvs. när patienten ligger ej i sängen blir utspänningen 0V. Töjningsgivare fungerar i princip som en brygga. En brygga är uppbyggt med fyra ändringsbara resistorer.

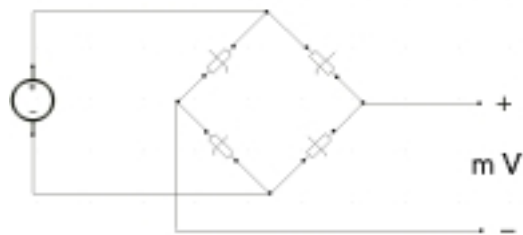


Figur 4 Brygga model

När bryggan är i viloläge blir utspänningen från bryggan 0V. När det blir ändringsläge i bryggan dvs. när bryggan utsätts för massa (i detta fall när patienter lägger sig i sängen) fås en spänning ut från bryggan. Eftersom spänningen från bryggan blir liten (några mV) så förstärks spänningen med en förstärkare för att få önskade utspänningsvärde.



Figur 5 Brygga i viloläge

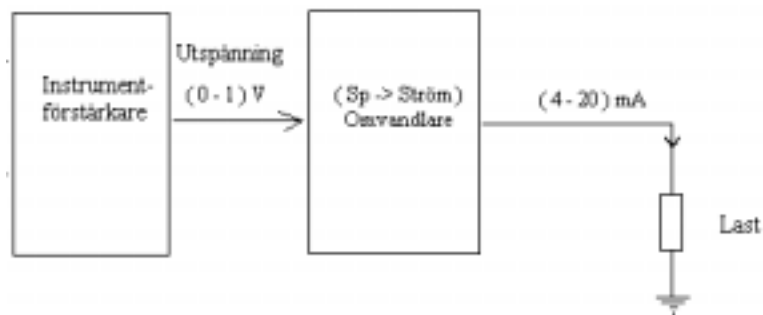


Figur 6 Brygga i ändringsläge

3.2 Matningsspänningar

I kretskonstruktionen finns flera matningsspänningar, en av de är matningen till själva kretskonstruktionen (inspänning) och de andra är matningsspänningen till förstärkarna som finns i konstruktionen. Inspänningen regleras med en spänningsregulator och en spänningsinverterare efter ett önskat värde på spänningen.

3.3 Spänning till strömomvandlare

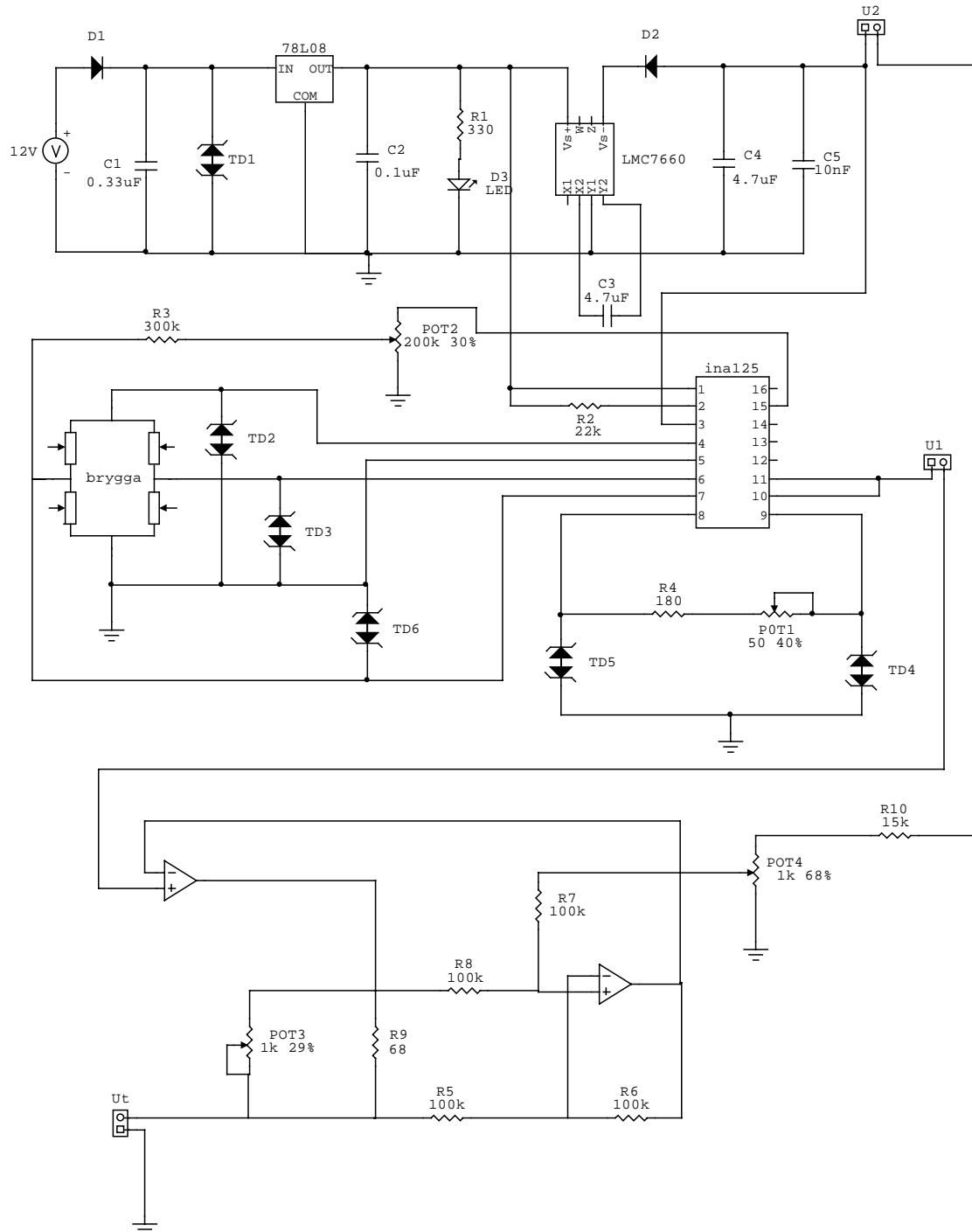


Figur 7 Blockschema för sp-str omvandlaren

Efter att ha förstärkt spänningen från bryggan fås det 0 till 1V utspänning från instrumentförstärkaren beroende på ändringsspänningen från bryggan. Det önskas ström ut mellan 4mA till 20 mA som industristandard. Därför ”omvandlas” utspänningen som är 0 till 1V från instrumentförstärkaren till ström mellan 4mA till 20mA oberoende av lasten som kan variera mellan 50 till 500Ω.

4 Detaljerad beskrivning

Under denna rubriken beskrivs kretskorts kopplingen mer detaljerad. Figuren nedan visar kopplingscheman till kretskorts konstruktionen.



Figur 8 Kopplingschema

4.1 Matningsspänningar

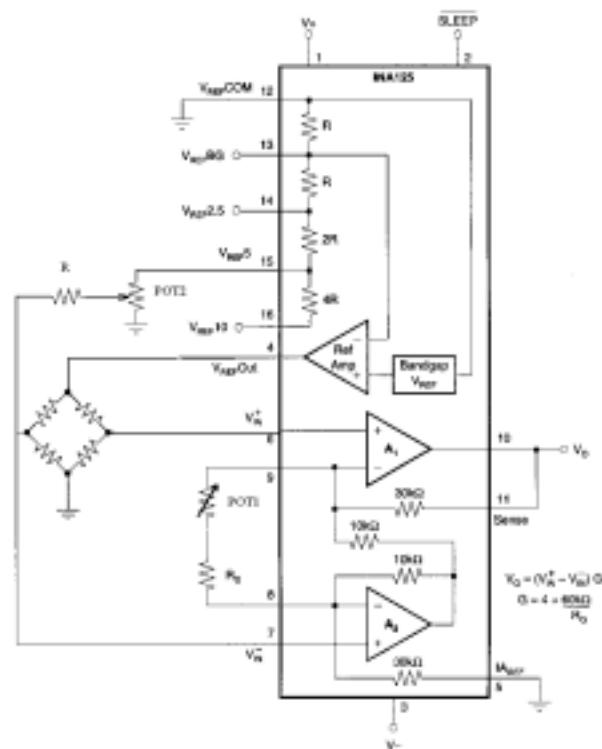
I konstruktionen finns flera olika spänningar.

- inspänning
- matningsspänning till INA125 kretsen (instrumentförstärkare) och till förstärkarna i spänning- ström omvandlar delen
- inverterandespänning till spänning- ström omvandlar delen

Inspänningen för kretskonstruktionen är 12 V. Matningsspänning till instrumentförstärkaren (INA125) och till förstärkarna i spänning- ström omvandlar delen är $\pm 8V$ och inverterandespänningen är $-8V$. Inspänningen regleras från 12V till 8V med en spänningsregulator som kallas för L78L08. Eftersom i konstruktionen behövs både positiv och negativ spänning inverteras spänningen efter regulatorn från $+8V$ till $-8V$ med hjälp av spänningsinverterare LMC7660

4.2 Brygga och instrumentförstärkare

Huvuddelen i kretsen består av förstärkaren och töjningsgivare. Den har som uppgift att ge en utspänning mellan 0-1V. Eftersom spänningen är liten (bara några mV) efter bryggan, förstärker instrumentförstärkaren (INA125) spänningen som kommer ut från bryggan och ser till att utspänningen efter instrumentförstärkaren blir 0-1V



Figur 9 Instrumentförstärkare med bryggan

INA125 är en förstärkare med inbyggd precisionsreferens som kan väljas till fyra olika spänningar (1,24; 2,5; 5 och 10 V). Kretsen klarar att matas både med enkel och dubbel matningsspänning, den är strömsnål, har låg offsetspänning och är ingångsskyddad till ± 40 V.

Matningsspänning:	$\pm 1,35$ till ± 18 V $+2,7$ till $+36$ V
Strömförbrukning:	± 740 μ A typ
Offsetspänning	± 50 μ V typ
Offsetdrift:	$\pm 0,25$ μ V/ $^{\circ}$ C typ
Slew rate:	0,2 V/ μ s typ
Brus:	38 nV/Hz typ
CMRR:	90 dB min
Bandbredd (-3 dB):	150 kHz typ
Temperaturområde:	-55 till +125 $^{\circ}$ C

Instrumentförstärkaren matas via ben 1 med positiv spänning och via ben 3 med negativ spänning. Ben 13, 14, 15 och 16 är till för att välja mellan olika referensspänningar. Potentiometern POT2 (se figur 9) ser till att bryggan blir i balans dvs. fixar fram bryggans viloläge så att spänningen från bryggan i viloläge blir 0V. Potentiometern POT1 tillsammans med motstånd R_G (se figur 9) bestämmer förstärkningens storlek så att spänningen som kommer in via ben 6 och 7 från bryggan, som är bara några mV, förstärks så att utspänningen från instrumentförstärkare på ben 10 och 11 blir 0-1V. Med hjälp av POT1 bestäms önskad utspänning, när töjningsgivare utsätts för massa motsvarande 100kg då utspänningen skall bli lika med 1V.

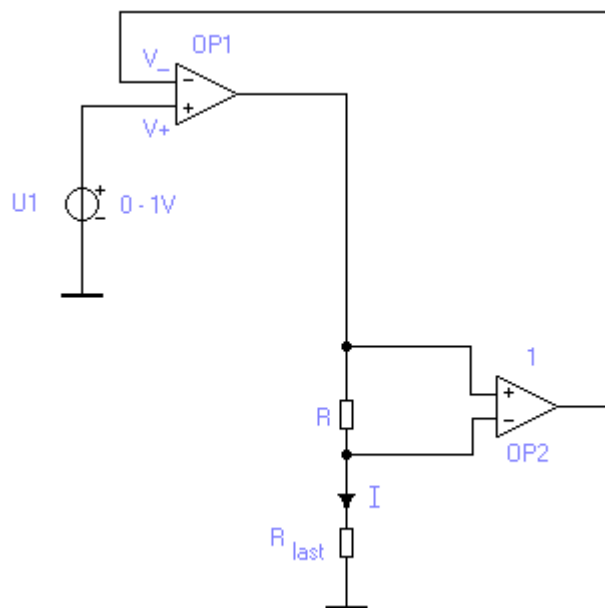
4.3 Spänning-ström omvandlare

Den andra uppgiften var att ”omvandla” spänningen till ström. Kravet från företaget var att ha reglerad ström utgång. Strömmen ska vara mellan 4mA och 20mA utan att påverkas av last (R_{last}). Lasten kan variera mellan 50 och 500 Ω .

Uppgiften var att konstruera en krets så att det fås ström ut där 4mA motsvarar 0V och 20mA motsvarar 1V som utspänningen från instrumentförstärkare.

4.3.1 Strömreglering

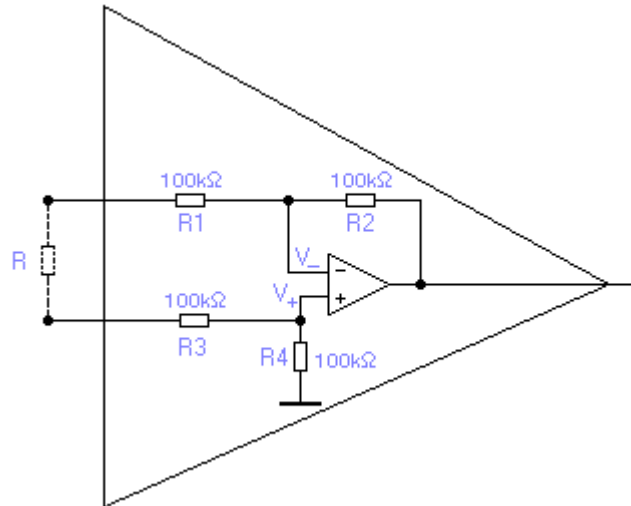
U_1 är spänningen som kommer ut från instrumentförstärkare och denna spänning ”omvandlas” till ström. Den högsta spänningen för U_1 är 1V. Spänningen på utgången till OP1 blir samma som inspänningen till OP1:s V_+ dvs lika med U_1 . OP2 är en spänningsföljare som mäter spänningen över R . Eftersom OP2 är en spänningsföljare blir spänning på utgången till OP2 lika med inspänningen till OP2 och på samma sätt kommer inspänningarna till OP1 att vara $V_- = V_+$. Spänningen över R blir konstant dvs. alltid lika med inspänningen U_1 och sen blir det lätt att bestämma strömmen I med hjälp av resistansen R och denna ström påverkas inte av lasten R_{last} .



Figur 10 Strömreglering

4.3.2 Spänningsföljare

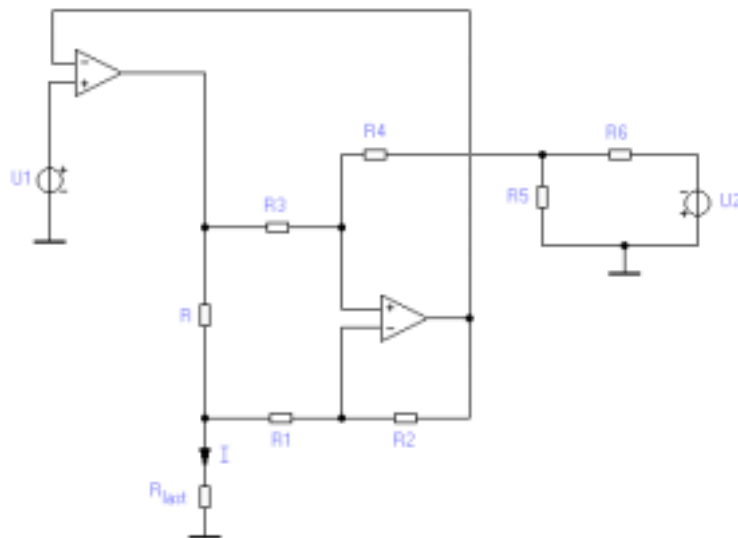
OP2 ser ut som en operationsförstärkare i figur 10 men den är en spänningsföljare som visas mer detaljerad i fig. 11. R1 och R2 gör att det blir en vanlig inverterare med 1 gångs förstärkning. R3 och R4 bidrar till med att V_+ och V_- ej blir lika med 0V så att det blir möjligt med att ha ett önskat värde över motstånd R.



Figur 11 Spänningsföljare

4.3.3 Extraström

Kravet är att ha strömmen mellan 4-20mA men problemet uppstår när inspänningen från U1 blir lika med 0V då strömmen I som också blir noll (se fig 10). För att lösa uppgiften läggs in en extra ström (offset) så att strömmen I blir lika med 4mA vid inspänningen U1 lika med 0V.

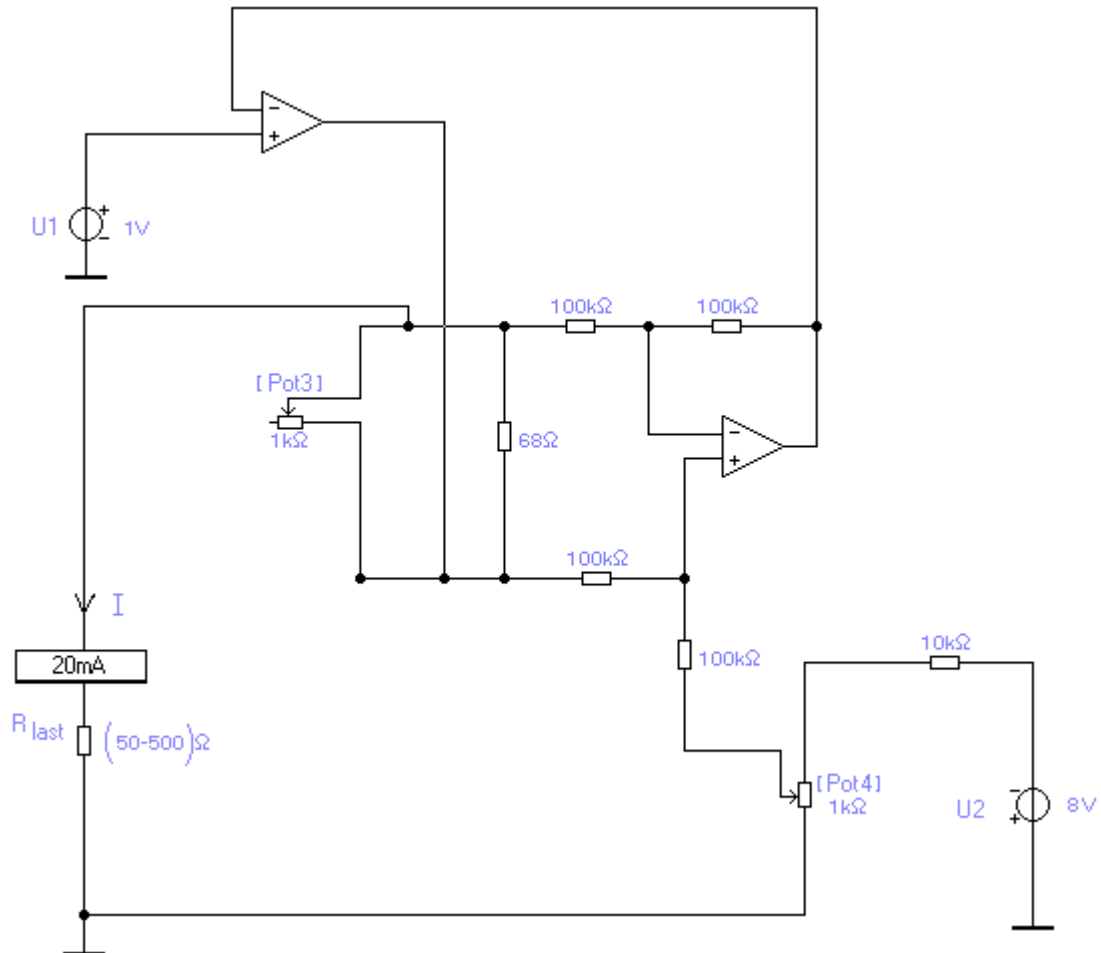


Figur 12 Extraström

Spänningen U2 kopplas till motståndet R4 för att tillföra extra ström. Med resistorerna R5 och R6 bestäms storleken på extra tillförd ström. Genom detta arrangemang kan man utnyttja den redan befintliga spänningen U2.

4.3.4 Sp-str omvandlaren (den kompletta kopplingen)

I figuren 13 visas det kompletta kopplingschemat över spänning till ström omvandlaren. U1 är spänningen som kommer ut från instrumentförstärkare och U2 är negativa spänningen (-8V) som fås från spänningsinverteraren (se figur 8).



Figur 13 Kopplingschema för sp-str omvandlare

Med potentiometer Pot4 finjusteras utströmmens värde vid inspänning U1=0V, och med potentiometer Pot3 justeras utströmmens värde vid inspänning U1=1V. I slutändan fås utströmmen att bli lika med

- I=4mA vid U1=0V och
- I=20mA vid U1=1V.

5 ESD-skydd

Problemet med konstruktionen som företaget Processcomponent AB gjorde var att den gick sönder efter en kort tid. Efter att personalen har bäddat en säng uppstod elektriska uppladdningar som i sin tur urladdades via sängens ben till kretskonstruktionen. Konstruktionen var inte tillräckligt skyddad mot elektriska urladdningar vilket gjorde att den lätt gick sönder. Två anledningar som orsakade att kretsen gick sönder var:

- Dålig jordning
- Inga skyddskomponenter

5.1 Allmänt om ESD

ESD- Elektrostatic Discharge (urladdning av statisk elektricitet). En form av gniststörningar är de urladdningar (5-16kV) som en person kan åstadkomma när han tar i ett jordat apparathölje. De stora högfrekventa strömmar som då avleds till jord kan ge upphov till störande spänningsfall och till ett elektromagnetiskt fält.

Människan medverkar direkt till uppladdningen t.ex. när hon reser sig från en stol eller går över en matta av heltäckningstyp. Uppladdade personer kan bära laddning under avsevärd tid och uppladdningen kan ske i en lokal intill ett rum med känslig utrustning.

Effekten av en urladdning kan bli felfunktion, eller förstörelse av komponenter, t.ex. integrerade kretsar. Följderna varierar kraftigt beroende på typ av utrustning, funktionssätt och de kretsar som berörs av urladdningen. Verkningarna av en urladdning bestäms väsentligen av urladdningsströmmens karaktär (stigtid, amplitud och halvvärdestid).

5.2 Skydd mot urladdningar

Konstruktionen var känsligt mot ESD-urladdningar och hade två svaga punkter som nämndes innan; dåligt jordning och i konstruktionen fanns inga skyddskomponenter för att skydda kretsen.

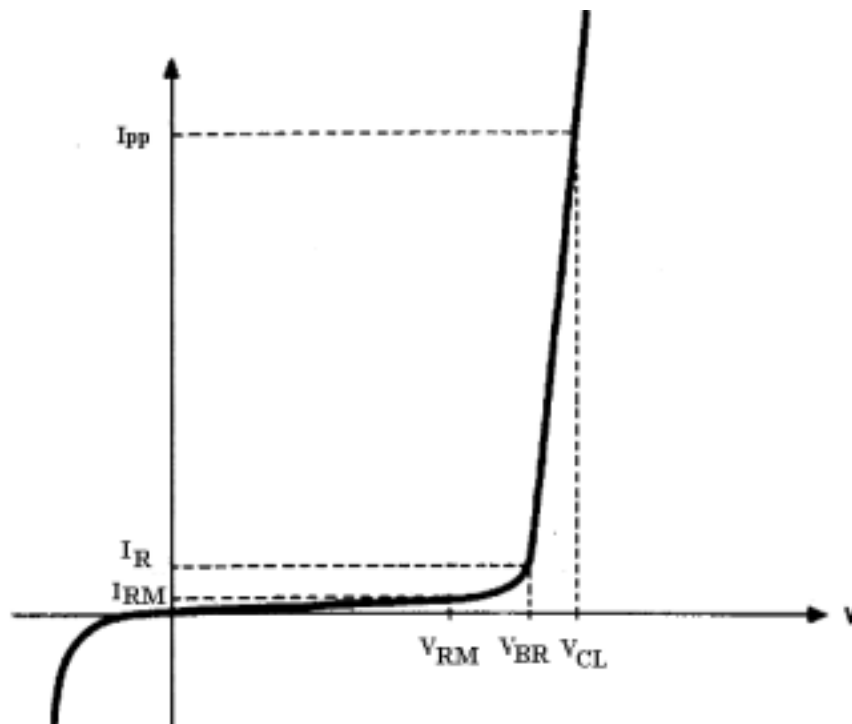
För att skydda en krets från elektriskt urladdning är det nödvändigt att minska risken för ESD, helst eliminera den. Det första som skall göras är att jorda kretsen på ett rätt sätt. Eftersom kretsen från början var dåligt jordad så behövde den jordas om och detta gjordes genom att införa en extra ledning som är Powerground vilket kopplas till metallburken (se fig. 2). Som en extra skydd mot ESD-urladdningar användes i kretskonstruktionen skyddskomponenter.

5.2.1 Skyddskomponent

Elektronikkomponenter och system behöver ett skydd mot spänningstransienter. Bäst skyddas de av halvledar transientskyddsdioder med zener- eller avalanche-egenskaper som ger många fördelar:

- Extremt snabb klippning
- Skarpt klippkaraktäristik och god långtidsstabilitet
- Hög effekttålighet
- Går inte i avbrott utan till kortslutning vid drift utanför data.

Framspänningsfall ca 1 V. Zenerkaraktäristik i backriktningen.



Figur 14 Karakteristiken för transientskyddsdiode

V_{RM} = Max backspänning utan att dioden leder (=max normal driftspänning).

V_{BR} = Genombrottsspänning.

V_{CL} = Max klippspänning (vid en bestämd pulstyp och längd, oftast 1 ms).

I_{pp} = Max ström vid V_{CL} .

I_{RM} = Max repetitiv ström.

Det går inte förutse urladdningens riktning och därför valdes dubbelriktade transientskyddsdioder i konstruktionen. Sex stycken transientskyddsdioder används i konstruktionen varav en av de placeras på ingången av kretsen för att klippa av spänningstoppar om någon överspänning sker. Resten av transientskyddsdioderna används på ingångarna av instrumentförstärkaren INA125 (se fig2) eftersom den är känslig och går lätt sönder.

6 Att skapa kretskortslayout med PCB-software

En av våra deluppgifter med det här examensarbetet var att rita det färdigt skapade kretskortet i en PCB- software, dvs rita den kretskorts layouten tillsammans med alla sina komponenter. För att göra det kan en eller möjligen flera PCB-software laddas ner från Internet som hanterar övergången från schematisk kopplingsschema med symboliska komponenter till kretskorts kopplingen där det finns en mer verklig baserade komponentslag och komponentsledning. För detta examensarbetet valde vi att jobba med PCB- programvarorna "Circuit Maker 2000" och "Protel".

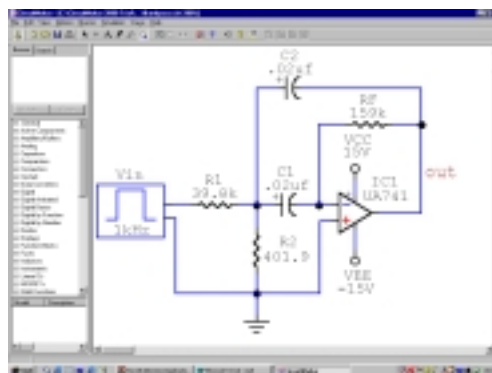
6.1 1 Allmänt om PCB

Med hjälp av PCB som betyder Printed Circuit Board designas verklighets baserande kretskort med komponenter och komponentsbindningar. För att designa ett kretskort så behövs flera steg gås igenom. Först innan kretskortsdesigning ritas kopplingsschemat till kretskortet och efteråt är det att föredra att göra en simulation för att undersöka om kopplingen fungerar som den ska. Efter dessa steg dvs från kopplingsschema går man över till kretskortskoppling där alla komponenter med alla bindningar följer med. Komponentplacering som kommit med kretskoppling är slumpmässigt ritade, efteråt placeras komponenterna (vissa programvaror klarar av att göra det automatiskt) så att kretskorts kopplingen blir enkelt som möjligt. Placering av ledningar dvs bindningar mellan komponenter kallas för routing. Routing kan göras med autorouting (där programvaran hittar en lösning för ledningsplacering mellan komponenter) eller manuellt och bestämmer själv om hur ledningsplacering ska se ut.

6.2 Exempel på en PCB-design

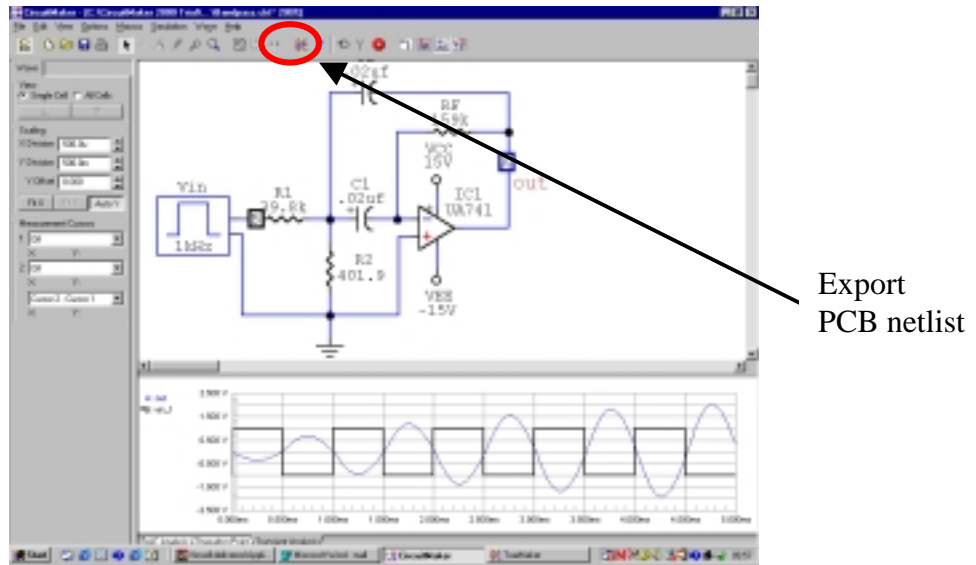
Nedan beskrivs ett exempel på hur det är möjligt att steg för steg designa ett kretskort.

Det första som görs är att rita ett kopplingsschema med komponentsmodell. Det finns en komponentsbibliotek där det kan väljas olika typ av komponenter efter ens önskemål. När ritningen är klar simuleras den för att undersöka om kopplingen fungerar som det hade tänkts.



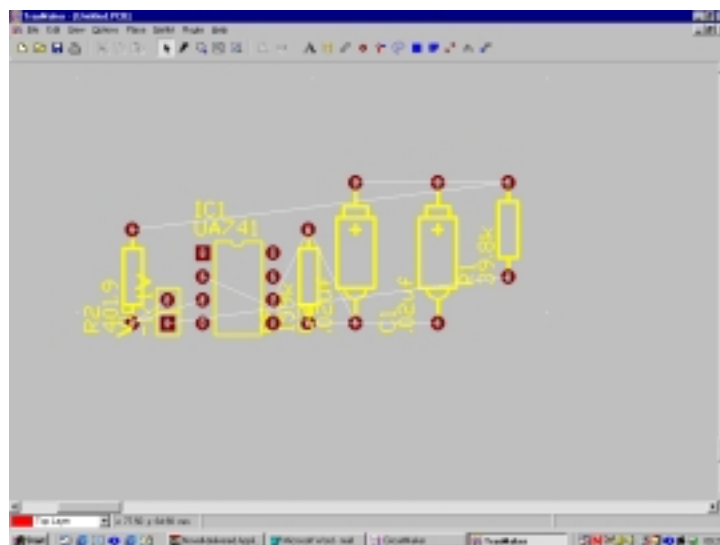
Figur 15 Ritning av kopplingsschema

Här är det möjligt att se ingångs- och utgångssignalkurvor. Efter simulationen överförs kopplingschemat till PCB-editor med knappen “Export PCB netlist”.



Figur 16 Simulation

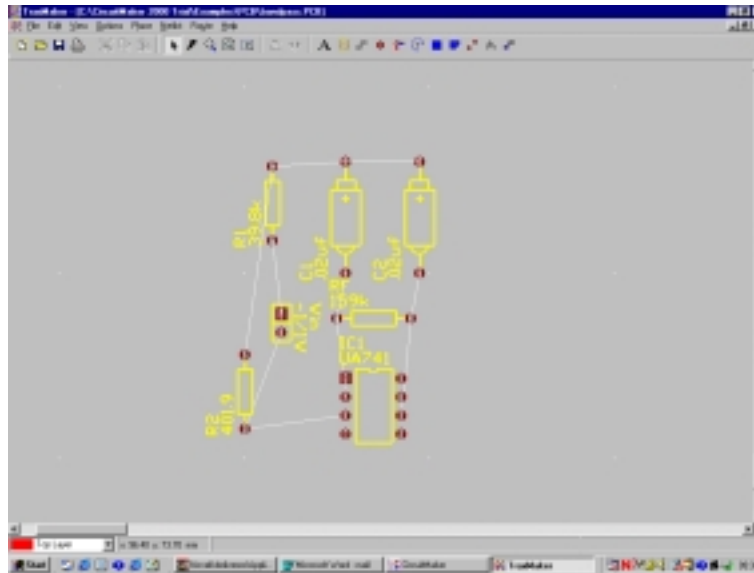
Till PCB-editorn kommer automatiskt nätlistan med alla komponenter och komponentsbindningar från kopplingschemat. Komponenterna är förbindna med “gummiledningar” som har samma förbindelse som i kopplingschemat. Komponenterna kan flyttas utan att bryta förbindelsen mellan komponenterna dvs gummiledningarna följer med. Komponentplacering som kommit med kretskoppling är slumpmässigt ritade. För att göra kretskorts kopplingen så enkelt som möjligt är en omplacering av komponenterna ett måste (vissa programvaror klarar av att göra det automatiskt).



Figur 17 PCB-editor

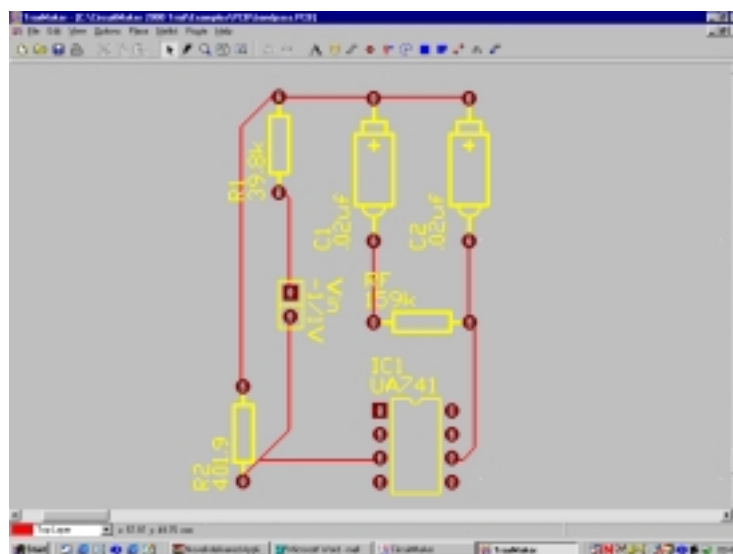
När komponentplaceringen är klar är det bara ledningsplacering som återstår. De så kallade "gummiledningarna" är bara modellen för komponentskoppling men för att få ett färdigt kretskort måste det ritas nya ledningar som inte får korsa varandra. Detta undviks genom

- att välja antalet flera lager eller
- att placera komponenterna på ett bra sätt.



Figur 18 Komponent placering

Placering av ledningarna kan göras med autorouting där programvaran hittar en lösning för ledningsplacering mellan komponenter eller manuellt och bestämmer själv om hur ledningsplacering ska se ut.



Figur 19 Routing

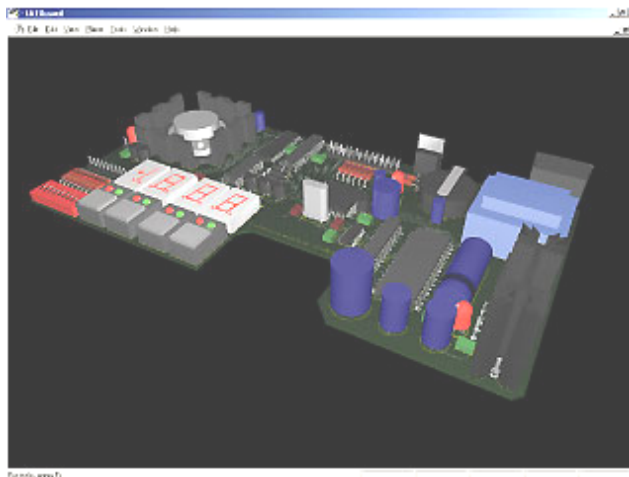
6.3 Förekommande finesser i ett PCB- program

6.3.1 Clean-Up

Innan kretskorts produktionen är det möjligt att "clean up" dvs rensa sitt kretskort och reducera tillverkningskostnader genom att automatisk ta bort oanvända ledningar. Det går också automatisk numrera komponenter genom att sätta in sina valda strategiska numreringar för att enkelt lokalisera och identifiera komponentsdelar i slutliga kretskort.

6.3.2 3D Viewing

Vissa PCB- programvaror har en funktion där dem visar ett komplett bild av ett kretskort. Bilden nedan visar korrekta storlek och färg på komponenter av ett kretskort. Kretskortet visas in i minsta detalj tillsammans med komponenter, ledningar osv.



Figur 20 3D-visning

6.3.3 Att skapa egen bibliotek

Även om det brukar finnas ett stort komponent bibliotek i ett PCB- program kommer det att behövas förr eller senare att definiera ett eget bibliotek med komponentsdelar. För detta ändamål skapas det egna komponenter.

6.3.4 Kretskort kontroll

I ett PCB- program brukar det finnas en funktion som kontrollerar ens kretskonstruktion. Knappen ” Design Rules Check (DRC)” körs på sitt ”routade” kretskort för att försäkra sig om att det överensstämmer med specifikationen.

DRC kontrollerar fel som:

- Överlappande av ledningar
- Minimum avstånd överträdelsen
- Missade eller extra komponentsben osv.

6.3.5 PCB import och export

Flera av PCB- programmen på marknaden inkluderar en stor mängd PCB import och export förmåner för att öka designens flexibilitet.

Tack vare det är det möjligt att importera och exportera nätlist format från flera andra PCB software till ett PCB- program. I detta fall finns möjligheten också för att kunna importera och exportera från AutoCAD DXF filer, vilket är praktiskt för att skapa en speciell beställd kretskort utseende, logos eller andra olika objekt för kretskortet.

6.4 Från Autocad till "Circuit Maker 2000 & Protel"

Vägen till att rita en kretskortskoppling i en kretskortslayout med ett PCB-program var dock inte problemfritt. Från början var det tänkt att ta ett autocad program för detta ändamål, men det visade sig att just det programmet var inte speciellt lämpligt för att rita ett kretskortskoppling. Faktum var att rita kretskortskonstruktion med detta programmet är väldigt komplicerat man måste t.o.m. rita komponenter själv och dessutom varnar programmet inte om det görs fel. För att ha ett program som kunde rita upp kopplingar och placera komponenter i en kretskortslayout söktes gratis, möjligen demo, versioner av PCB-program på Internet. Trots att det fanns ett 20-tals olika demo program var ingen av dem helt problemfria utan det dök upp hela tiden olika problem vid användandet av olika program. Dem vanligaste problemen var att

- Det ej gick t.ex. att spara sina ritade filer i datorn
- Hanteringen med vissa program kunde inte göras för att dem var gamla och/eller svårhanterliga
- Vissa PCB- program har begränsad antal komponenter som kan användas för att rita en kretskortsritning.

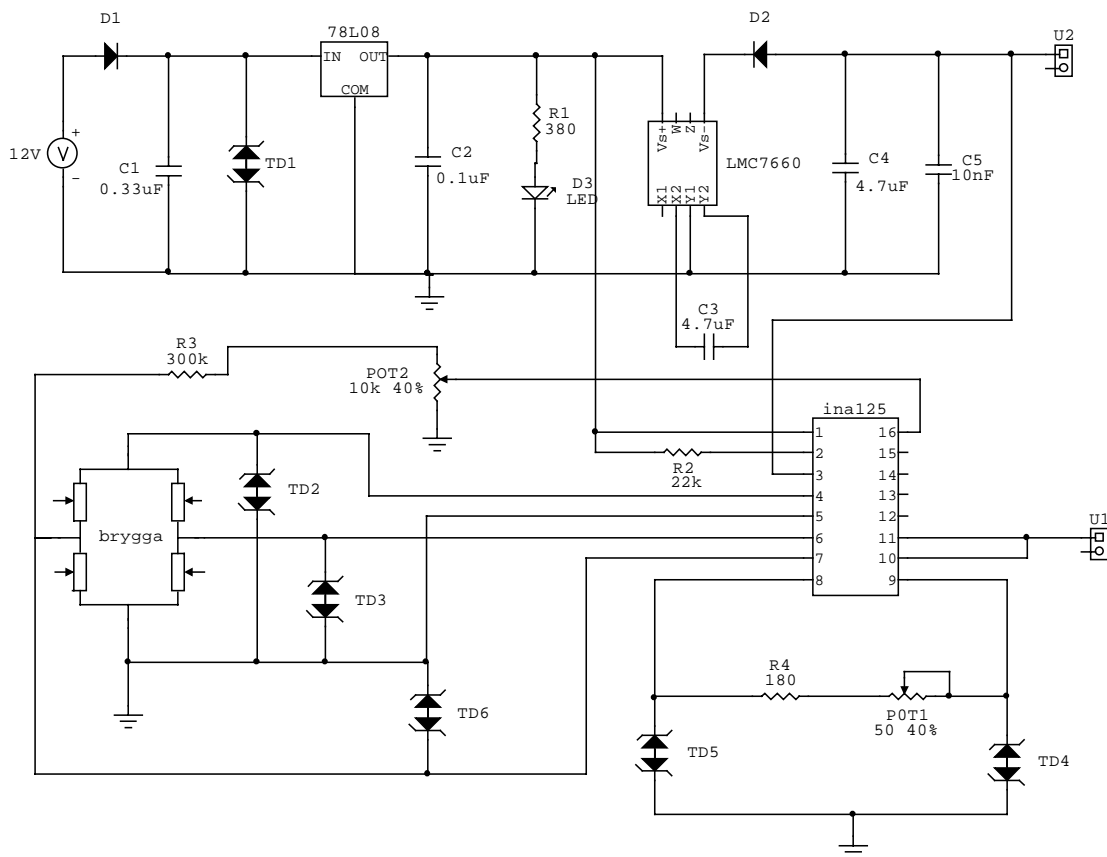
I slutändan ansågs det vara lämpligt att använda både programmen "Protel" och "Circuit Maker 2000".

Anledningen till det var att i "Protel" så var ritningen av kretskortskopplingen svårhanterlig och i "Circuit Maker 2000" gick det inte att importera dxf- filer (ritning från autocad).

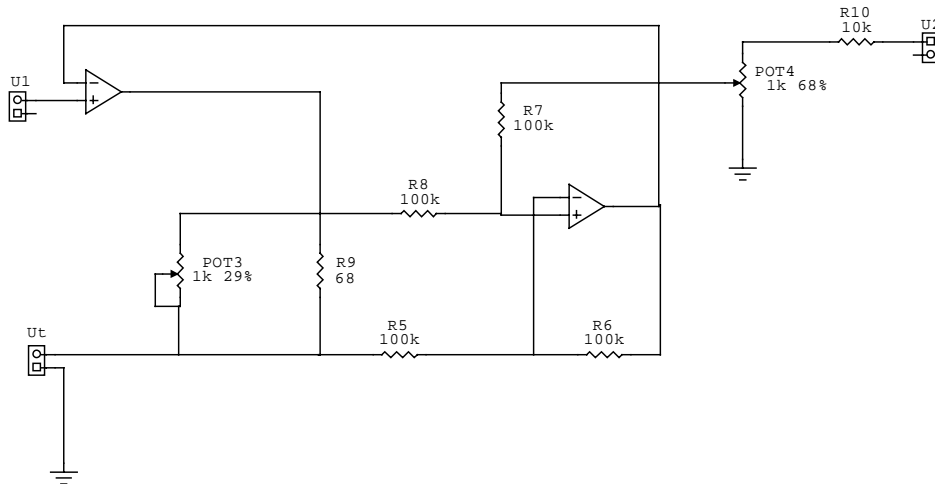
Därför kombinerades dem ihop så att kopplingsschema som var ritad i "Circuit Maker 2000" exporterades till det mer avancerade PCB- programmet "Protel" där kopplingsritningen kunde kompletteras med rätt typ av komponent vid behov.

7 Ritningen av kretsen

När förberedelserna är klara återstår det bara att skapa kretskortet för den färdig konstruerade kretskopplingen i en PCB-programvara. Hänsyn måste det tas till angående kretskortets form, just eftersom företaget inte vill ha någon ändring på kretskortets utseende. Däremot är formen på kretskortet ganska liten och alla komponenter från konstruktionen får inte plats och därför behövs det två likadana kretskort. I metallburken finns inte plats för ett andra kretskort och lösningen i detta fall är att placera ett av korten precis ovanför det andra kretskortet. På det andra kortet placeras komponenter från omvandlar delen och på det första resten av kopplingen



Figur 21 Kopplingschema på kretskort1

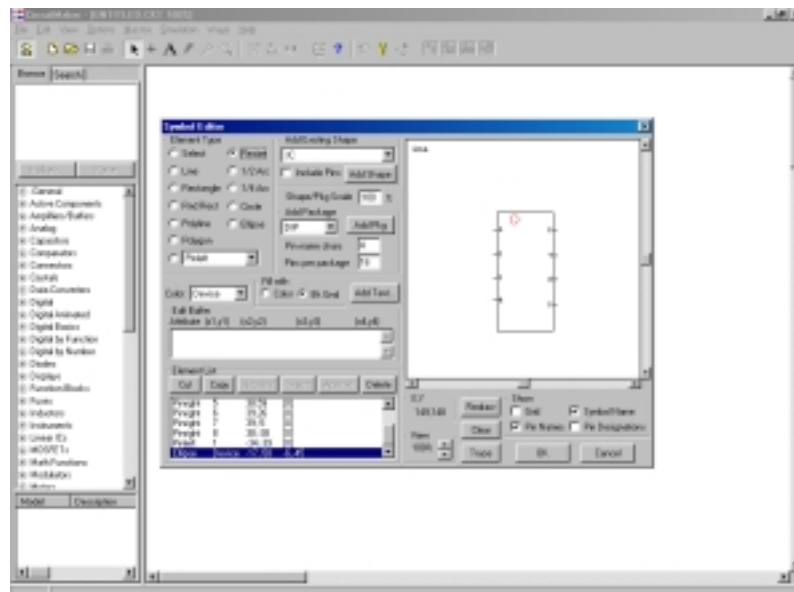


Figur 22 Kopplingschema på kretskort2

7.1 Kretskopplingschema

För att skapa ett kretskort är det brukligt att vanligtvis börja med att rita ett kopplingschema för det. Kopplingschemat ritades i Circuit Maker. Det är ett enkelt och lättanvärbart ritningsprogram.

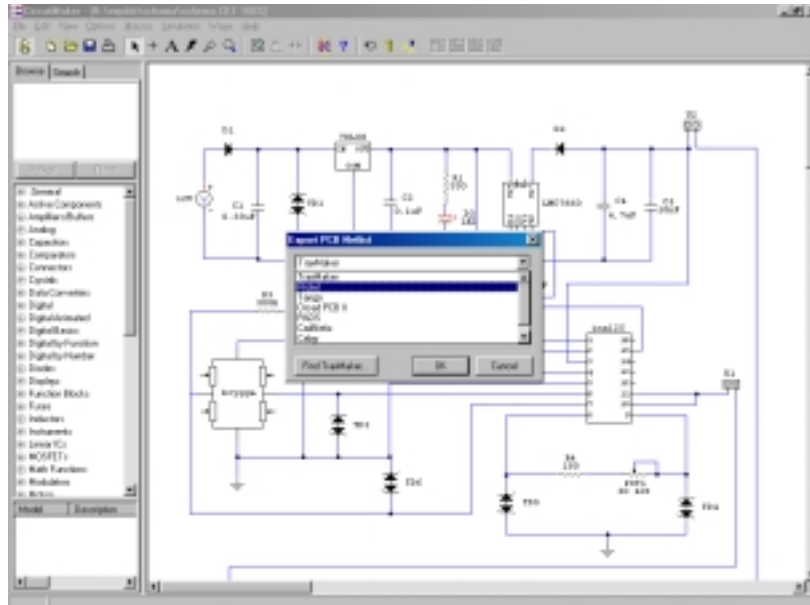
Alla komponenter som används i konstruktionen finns inte i Circuit Makers library. Däremot går det att ladda ner nya libraries med nya typ av komponenter från Circuit Makers hemsida men ändå fanns inte alla typ av komponenter som används i den här konstruktionen. Dem komponenter som inte fanns på nätet kan istället skapas på eget hand. Det görs i programmet under funktionen "Symbol Editor" som används för att skapa en komponent och dess utseende.



Figur 23 Symbol Editor

7.1.1 Exportering av PCB nätlista

Efter att ha blivit färdig med ritning av kopplingsschemat exporterades nätlistan till PCB-programmet "Protel" för att fortsätta med ritningen av sin kretskonstruktion. Exportering av en nätlista görs med funktionen "Export PCB Netlist" då det dyker upp ett nytt fönster som är till för att välja mellan olika PCB-program.

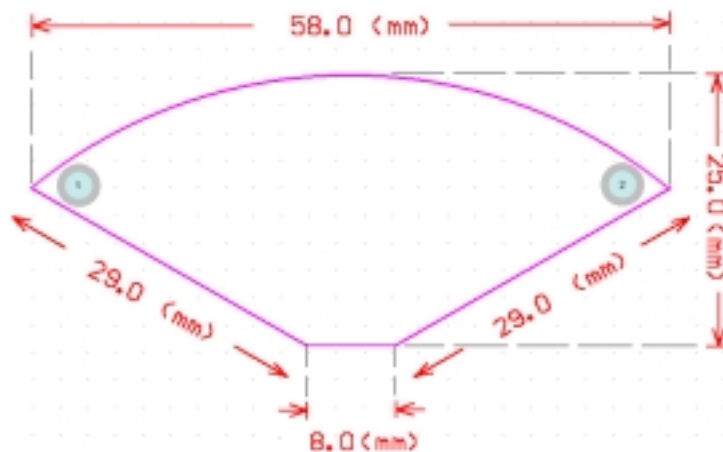


Figur 24 Exportering av nätlistan

7.2 Kretskortsritning

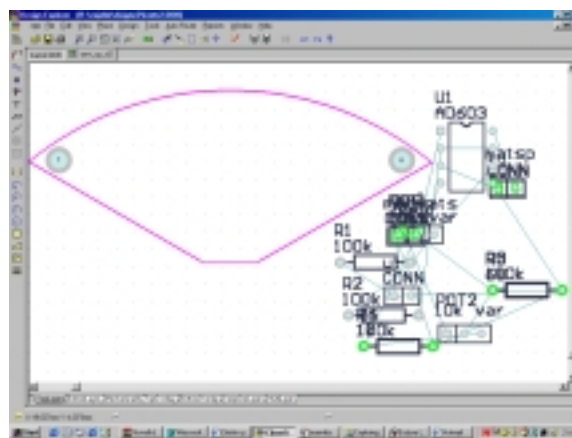
7.2.1 Importering av filer

I och med att nätlistan importeras från Circuit Maker till Protel behövs ritningen av kretskortets form också. Kretskortets form ritades i "Autocad 2000" för att formen av kretskortet har inte någon vanlig fyrkantig utseende utan mer som en kvarts cirkel (figur 23) som inte kunde ritas i Protel. Därefter importerades den ritade figuren till Protel som supportar dxf-filer från Autocad.



Figur 25 Kretskort format

Efter att ha fått se kretsfiguren i Protel laddas nätlistan ner där alla komponenter och komponentsledningar följer med. Komponenterna är förbindna med "gummiledningar" som har samma förbindelse som i kopplingsschemat. Komponenterna kan flyttas utan att bryta förbindelsen mellan komponenterna dvs gummiledningarna följer med. Man väljer att komponenter från nätlistan hamnar i samma plats där kretsfiguren finns med och deras placering blir slumpmässigt ritade.



Figur 26 Importerade ritningar i samma fönster

7.2.2 Komponentplacering

Eftersom komponenter hamnar slumpmässigt blir nästa steget att placera dem på kretskortet. Innan det görs definieras först komponenternas footprint vilket betyder att definiera komponenternas form dvs deras verkliga utseende.

7.2.2.1 Att skapa footprint

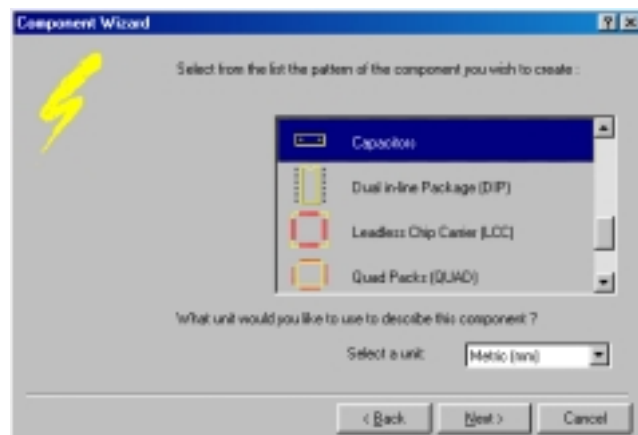
När som helst under skapandet av kretsen kan komponents form dvs footprint ändras beroende på vilka typ av komponenter som är tillgängliga. Det finns många komponenter av samma typ med flera olika form och på så sätt finns det en möjlighet att kombinera de olika footprinterna i ett kretskort. I Protels footprintslibrary finns många footprint att välja emellan fast ibland kan det hända att den typ av komponenten som söks efter inte finns i footprintslibrary och då är det dags att skapa sin egen formning av en komponent dvs en egen footprint. Skapandet av footprint kan göras på två olika sätt:

- Med funktionen ”PCB component wizard”
- Manuellt

PCB Component Wizard

Att skapa footprint med PCB component wizard är enkelt. Det handlar om att följa menyn steg efter steg för att bestämma:

- typ
- form (ytmonterad eller med hål)
- mått (avståndet t ex mellan benen)
- namn av komponenten



Manuellt

Det är enkelt och smidigt att skapa footprint med PCB Component Wizard men den har sina begränsningar. Att enbart kunna inrikta sig mot vissa typ av komponents footprint är dess handikapp och då är det lämpligt att manuellt skapa en egen formad footprint. Att skapa footprint manuellt är inte heller komplicerat, det som görs är att öppna en ny ”PCB library document” för att rita footprinten av komponenten som inte kunde skapas i Component Wizard.

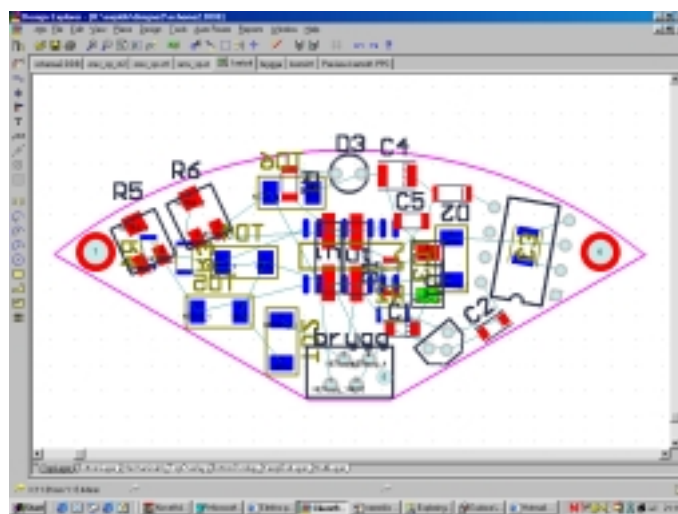
7.2.2.2 Komponentplacering på kretskortet

Efter att ha bestämt footprint till komponenter i kopplingen är det dags att placera komponenterna på kretskortet. Komponentplacering kan göras med hjälp av funktionen "Autoplacement" som placerar automatiskt komponenterna på kretskortet eller så kan placeringen göras manuellt. Placeringsalgoritmen går ut på att placera ut komponenterna så att kortast möjliga väg för ledningsbanorna kan åstadkommas. Det enklaste sättet att placera ut komponenterna på kortet görs med Autoplacement. En nackdel med "Autoplacement" kan vara att den funktionen inte genererar bästa lösningen av komponentplaceringen. I detta fall är manuellt placering av komponenterna ett bättre alternativ och då placeras komponenterna på egen hand för att försöka hitta bästa lösningen för komponentplacering.

Att placera komponenterna manuellt görs genom att klicka på högra musknappen och flytta komponenten till den önskade platsen eller genom att dubbelklicka på högra musknappen så att det dyker upp ett fönster som hjälper till med att bestämma komponents rotation och position i x- och y-leden. Dessutom bestäms också placeringen av komponenten om den ska vara i över eller i under sidan av kretskortet.



Figuren nedan visar komponenterna som placeras i kretskortet. Om det händer att komponenterna inte får plats med genom placering i övre sidan av kretskortet är det möjligt att använda undre sidan också.



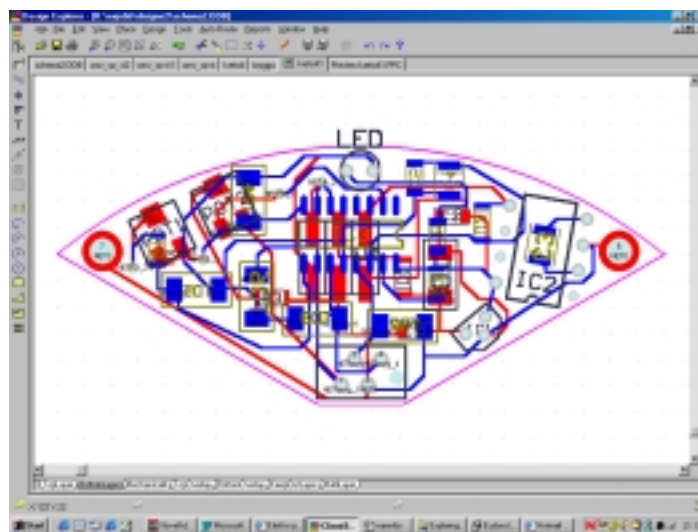
Figur 27 Komponentplacering på kretskort

7.2.3 Routing

Kretskortet med komponenterna på kan routas nu manuellt eller automatiskt. Att routa kretskopplingen automatiskt medför också risken att kopplingen inte blir routad fullständigt. Kretskopplingen autoroutades först och den blev inte fullständig, en enkel förklaring till detta kan vara att det finns för många komponenter och komponentsledningar i kretskortet. När routing inte blir fullständigt syns ju var det inte routades och efter detta omplaceras komponenterna manuellt för att hitta en bättre lösning och detta görs om och om igen tills lösningen blir bättre. Efter att routing blev fullständig finjusterades komponentsledningarna manuellt. Att routa det manuellt är enkelt, det som skall göras är att först välja i vilket lager ledningen skall vara och sen gäller det att dra ledningen till den önskvärda kontaktpunkten. Ett alternativ till att rita om de routade ledningarna är att mata in start och stopp punkterna för x- och y-koordinat. Om ledningen dras till fel kontaktpunkt eller om två ledningar står för nära varandra visas automatiskt att det är fel genom att ledningen indikerar ett "fel" färg.

Det är praktiskt att tänka efter vissa enkla detaljer före routing

- Ledningarna som ligger på samma sida av kretskortet inte får korsa varandra
- För både enkelhets skull och av ekonomiska skäl är det bra att använda så få lager som möjligt
- Komponenterna får inte stå varandra för nära
- Det är av betydelse att tänka efter hur stort hålet i kontaktpunkten är (det kan bli för stort hål att det blir för lite koppar i kontaktpunkten som gör att det ej blir möjligt att löda fast komponenten).



Figur 28 Färdig routad krets

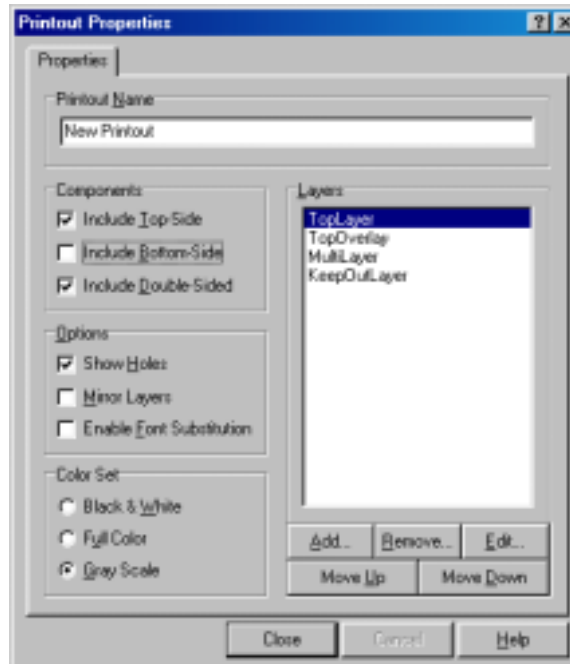
7.3 Kretskortsprintning

Kretskortet är nu färdigt skapat. Likaså är komponenterna också skapade och ritade, både dem och deras ledningar i kretskortet är routade osv men för att gå över till produktion av det färdigt ritade kretskortet är det också bra att ha framför sig ritbladen av kretskorts lager in i minsta detalj. Att ha en sammansatt sida där alla lager i kretskortet med komponenter och komponentsledningar finns med gör inte saken enklare utan i det fallet behövs enskilda sidor för varje lager som finns i kretskortet som t ex en sida för övre sidan av ett kretskort och en sida för undre sidan av kretskortet.

I "Printout properties" finns olika printnings inställningar

- "Components" där det kan väljas bort komponenter från önskad kretskortssida för att dessa inte skall skrivas ut
- "Options" används om det önskas ett kretskort figur utan hål på printnings sidan eller om kretskortet skall spegelvändas
- "Color set" är till för att ge färg åt komponenterna
- "Layers" finns för att välja vilka lager som ska tas till printnings sidan

Beroende på hur inställningarna gjordes så kan det dyka upp en printnings sida med färgglada komponenter och inget hål i kretsfiguren eller så kan samma sida innehålla en "grå skalad" kretsfigur och hål i.



Figur 29 Printout Properties

I bilaga 1 finns printnings figurer för både kretsarna för detta examensarbetet

8 Mätning av kopplingen

Mätningar av konstruktionen gjordes på två olika sätt, ena sättet var genom att simulera konstruktionen i datorn och det andra sättet var genom att koppla upp konstruktionen på en kopplingsdäck.

Datasimuleringar utfördes med två olika programvaror, med ”Spice” och med ”Elektronics Workbench”.

För testning och mätning av konstruktionen beställdes komponenter från företaget Elfa och kopplades sedan upp på en kopplingsdäck. Testningen gjordes även för skydd mot statiska elektricitetsurladdningar. Med hjälp av en tändstift bildades elektriska gnistor som användes i testningsändamål på kopplingen

9 Referensförteckning

- 1 Walter G. Jung, 1994. IC Op-Amp Cookbook. 11:e upplagan USA: Studentlitteratur.
- 2 Sten Benda, 1990. Störningsfri elektronik. Lund: Studentlitteratur.
- 3 Per Eklöf, Sten Hellström & Anders Welander, 1992. ESD (Elektronikens Gissel). Stockholm: AB svensk byggtjänst.
- 4 2000. Elfa katalogen. 49:e upplagan Stockholm.
- 5 <http://www.protel.com>
- 6 <http://www.pcb-pool.com>
- 7 <http://www.farnell.com>

10 Bilagor

Bilaga A1 Topp- och bottenlager av kretskort 1 med komponenter

Bilaga A2 Topp- och bottenlager av kretskort 1 i sitt verkliga storlek utan komponenter

Bilaga A3 Topp- och bottenlager av kretskort 2 med komponenter

Bilaga A4 Topp- och bottenlager av kretskort 2 i sitt verkliga storlek utan komponenter

Bilaga A5 Komponentlista till konstruktionen

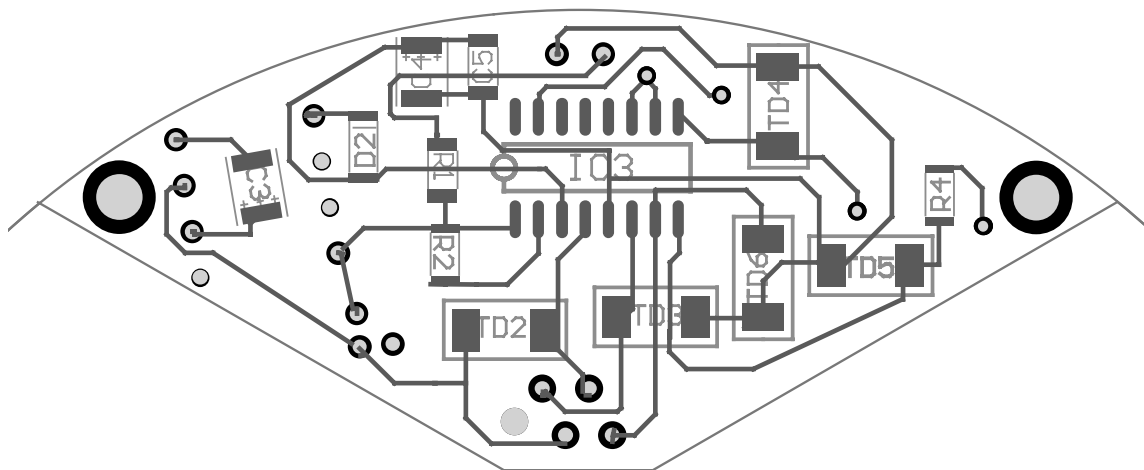
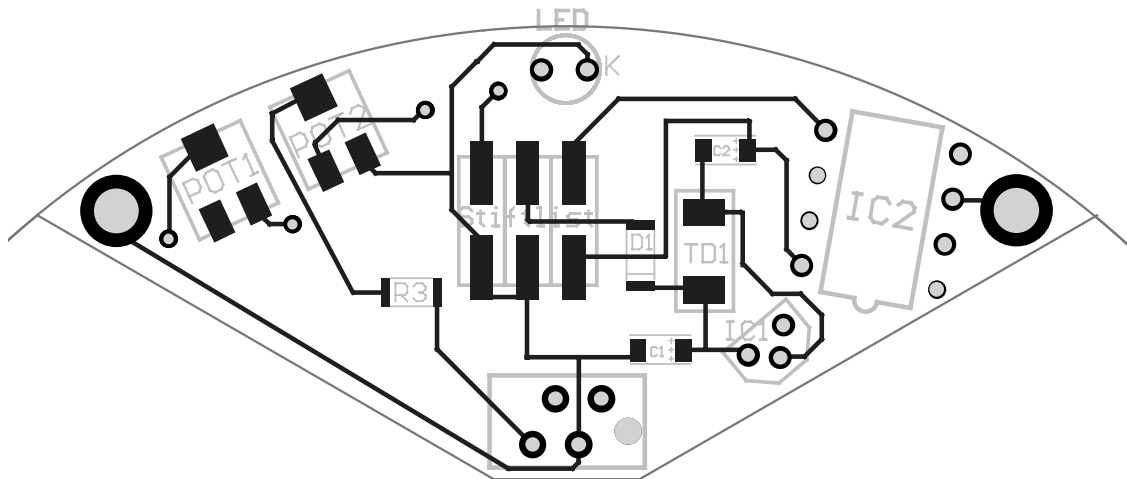
Bilaga B1 Spänningsregulator 78L08

Bilaga B2 Spänningsinverterare LMC 7660

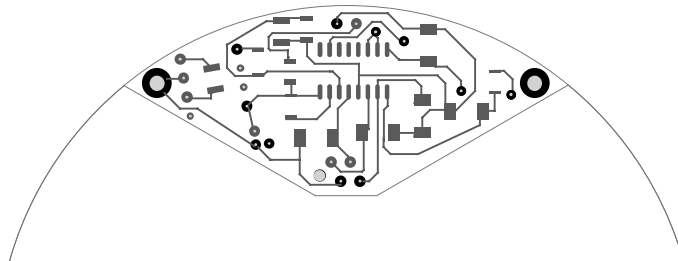
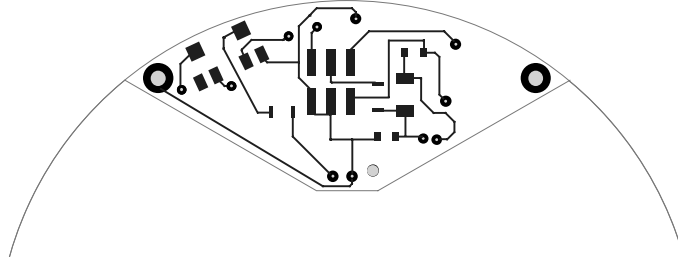
Bilaga B3 Instrument förstärkare INA125

Bilaga B4 Förstärkare LMC 662

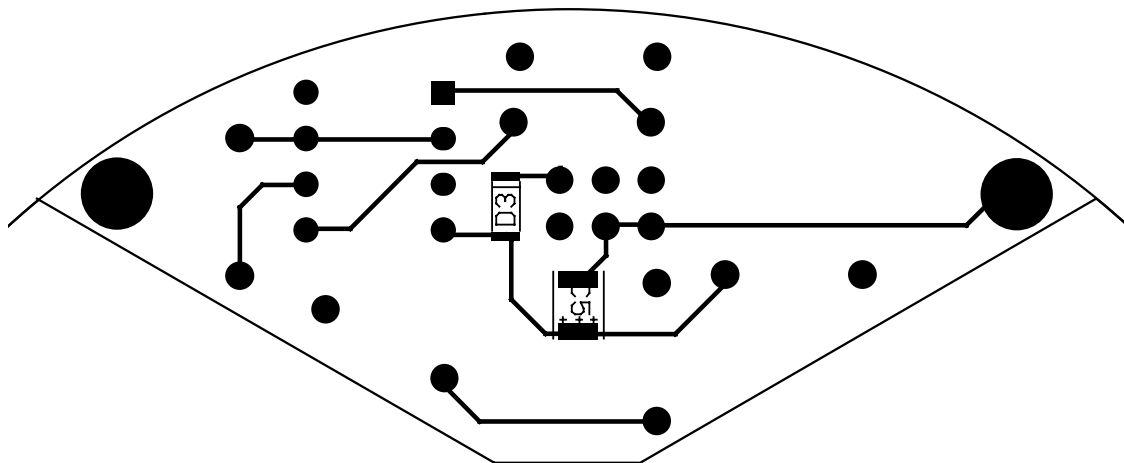
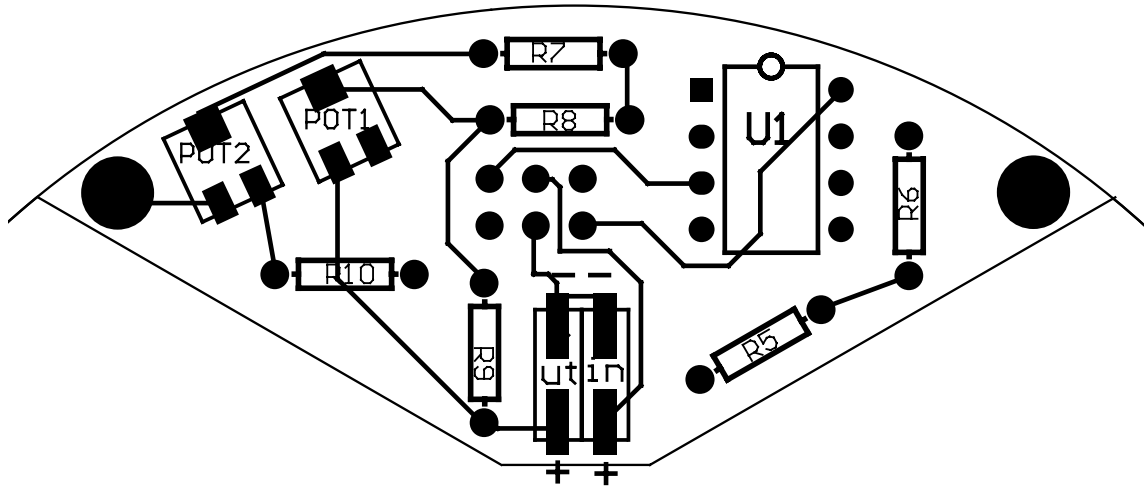
Bilaga A1



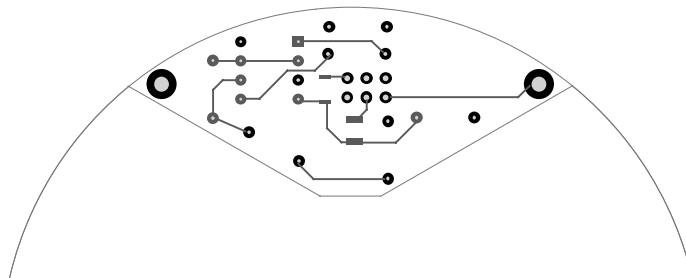
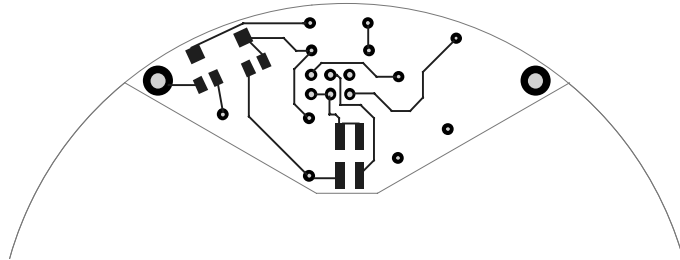
Bilaga A2



Bilaga A3



Bilaga A4



Bilaga A5

Komponent typ :

Artikelnummer :

$R_1 = 380$	60-193-76
$R_2 = 22k$	60-198-14
$R_3 = 300k$	60-200-85
$R_4 = 180$	60-193-19
$R_5 = R_6 = R_7 = R_8 = 100k$	60-057-30
$R_9 = 68$	60-053-59
$R_{10} = 10k$	60-056-15
Pot1 = 500	64-326-29
Pot2 = 10k	64-326-60
Pot3 = Pot4 = 1k	64-326-37
TD1	70-405-46
TD2 = TD3 = TD4 = TD5 = TD6	70-405-04
$C_1 = 0.33 \mu F$	67-737-33
$C_2 = 0.10 \mu F$	67-737-09
$C_3 = C_4 = C_6 = 4.7 \mu F$	67-738-65
$C_5 = 10 nF$	65-775-63
$D_1 = D_2 = D_3$	70-300-67
LED	75-006-14
IC1 = 78L08	73-264-24
IC2 = LMC 7660	73-141-07
IC3 = INA 125	73-381-14
IC4 = LMC 662	73-660-32
Brygga	43-821-07
Stiftlist	43-712-33

Bilaga B1



**L78L00
SERIES**

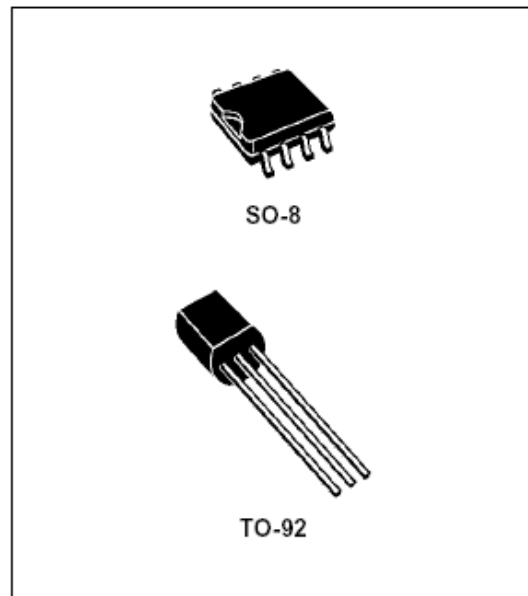
POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

- OUTPUT CURRENT UP TO 100 mA
- OUTPUT VOLTAGES OF 3.3; 5; 6; 8; 9; 12; 15; 18; 24V
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- NO EXTERNAL COMPONENTS ARE REQUIRED
- AVAILABLE IN EITHER $\pm 5\%$ (AC) OR $\pm 10\%$ (C) SELECTION

DESCRIPTION

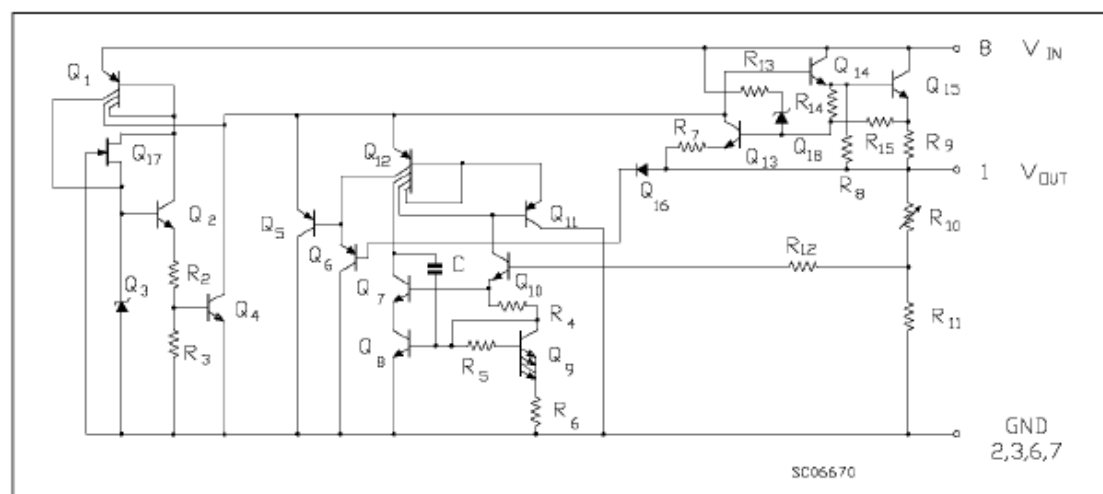
The L78L00 series of three-terminal positive regulators employ internal current limiting and thermal shutdown, making them essentially indestructible. If adequate heatsink is provided, they can deliver up to 100 mA output current. They are intended as fixed voltage regulators in a wide range of applications including local or on-card regulation for elimination of noise and distribution problems associated with single-point regulation. In addition, they can be used with power pass elements to make high-current voltage regulators.

The L78L00 series used as Zener diode/resistor combination replacement, offers an effective



output impedance improvement of typically two orders of magnitude, along with lower quiescent current and lower noise.

BLOCK DIAGRAM



Bilaga B2



April 1997

LMC7660 Switched Capacitor Voltage Converter

General Description

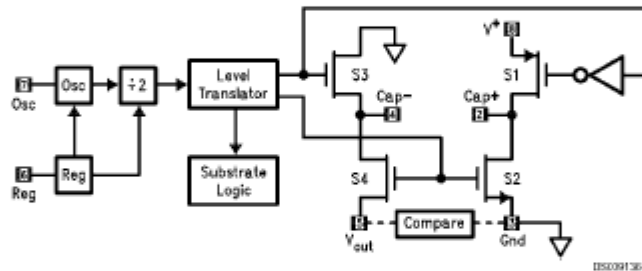
The LMC7660 is a CMOS voltage converter capable of converting a positive voltage in the range of +1.5V to +10V to the corresponding negative voltage of -1.5V to -10V. The LMC7660 is a pin-for-pin replacement for the industry-standard 7660. The converter features: operation over full temperature and voltage range without need for an external diode, low quiescent current, and high power efficiency.

The LMC7660 uses its built-in oscillator to switch 4 power MOS switches and charge two inexpensive electrolytic capacitors.

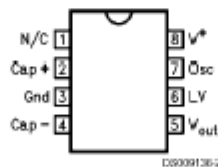
Features

- Operation over full temperature and voltage range without an external diode
- Low supply current, 200 μ A max
- Pin-for-pin replacement for the 7660
- Wide operating range 1.5V to 10V
- 97% Voltage Conversion Efficiency
- 95% Power Conversion Efficiency
- Easy to use, only 2 external components
- Extended temperature range
- Narrow SO-8 Package

Block Diagram



Pin Configuration



Ordering Information

Package	Temperature Range	NSC Drawing
	Industrial -40°C to +85°C	
8-Lead Molded DIP	LMC7660IN	N08E
8-Lead Molded Small Outline	LMC7660IM	M08A

LMC7660 Switched Capacitor Voltage Converter

Bilaga B3



INA125

INSTRUMENTATION AMPLIFIER With Precision Voltage Reference

FEATURES

- LOW QUIESCENT CURRENT: 460µA
- PRECISION VOLTAGE REFERENCE: 1.24V, 2.5V, 5V or 10V
- SLEEP MODE
- LOW OFFSET VOLTAGE: 250µV max
- LOW OFFSET DRIFT: 2µV/°C max
- LOW INPUT BIAS CURRENT: 20nA max
- HIGH CMR: 100dB min
- LOW NOISE: 38nV/√Hz at f = 1kHz
- INPUT PROTECTION TO ±40V
- WIDE SUPPLY RANGE
Single Supply: 2.7V to 36V
Dual Supply: ±1.35V to ±18V
- 16-PIN DIP AND SO-16 SOIC PACKAGES

DESCRIPTION

The INA125 is a low power, high accuracy instrumentation amplifier with a precision voltage reference. It provides complete bridge excitation and precision differential-input amplification on a single integrated circuit.

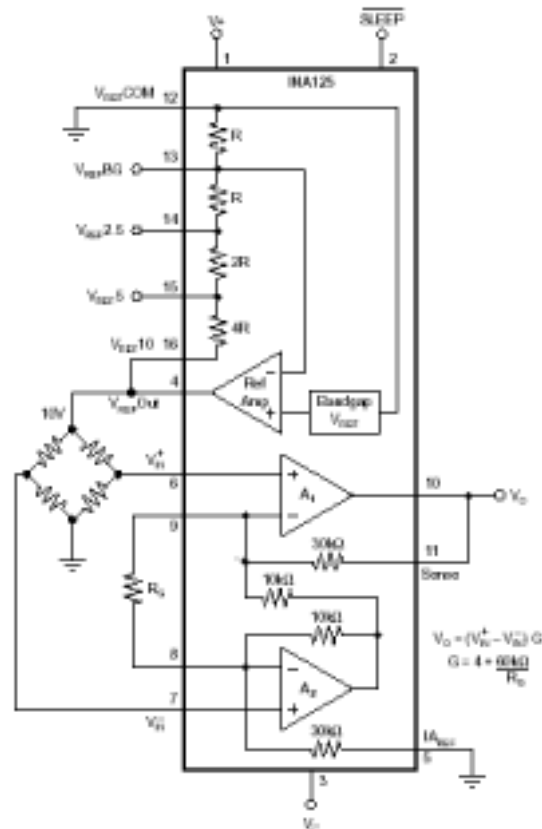
A single external resistor sets any gain from 4 to 10,000. The INA125 is laser-trimmed for low offset voltage (250µV), low offset drift (2µV/°C), and high common-mode rejection (100dB at G = 100). It operates on single (+2.7V to +36V) or dual (±1.35V to ±18V) supplies.

The voltage reference is externally adjustable with pin-selectable voltages of 2.5V, 5V, or 10V, allowing use with a variety of transducers. The reference voltage is accurate to ±0.5% (max) with ±35ppm/°C drift (max). Sleep mode allows shutdown and duty cycle operation to save power.

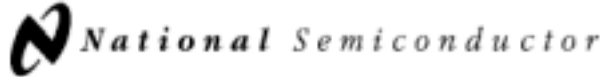
The INA125 is available in 16-pin plastic DIP and SO-16 surface-mount packages and is specified for the -40°C to +85°C industrial temperature range.

APPLICATIONS

- PRESSURE AND TEMPERATURE BRIDGE AMPLIFIERS
- INDUSTRIAL PROCESS CONTROL
- FACTORY AUTOMATION
- MULTI-CHANNEL DATA ACQUISITION
- BATTERY OPERATED SYSTEMS
- GENERAL PURPOSE INSTRUMENTATION



Bilaga B4



January 1995

LMC662 CMOS Dual Operational Amplifier

General Description

The LMC662 CMOS Dual operational amplifier is ideal for operation from a single supply. It operates from +5V to +15V and features rail-to-rail output swing in addition to an input common-mode range that includes ground. Performance limitations that have plagued CMOS amplifiers in the past are not a problem with this design. Input V_{OS} , drift, and broadband noise as well as voltage gain into realistic loads (2 k Ω and 600 Ω) are all equal to or better than widely accepted bipolar equivalents.

This chip is built with National's advanced Double-Poly Silicon-Gate CMOS process.

See the LMC860 datasheet for a Quad CMOS operational amplifier with these same features.

Features

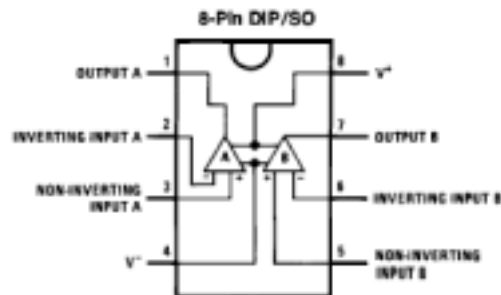
- Rail-to-rail output swing
- Specified for 2 k Ω and 600 Ω loads
- High voltage gain 126 dB
- Low input offset voltage 3 mV
- Low offset voltage drift 1.3 μ V/ $^{\circ}$ C

- Ultra low input bias current 2 IA
- Input common-mode range includes V^-
- Operating range from +5V to +15V supply
- $I_{SS} = 400 \mu$ A/amplifier; independent of V^+
- Low distortion 0.01% at 10 kHz
- Slow rate 1.1 V/ μ s
- Available in extended temperature range (-40° C to $+125^{\circ}$ C); ideal for automotive applications
- Available to a Standard Military Drawing specification

Applications

- High-impedance buffer or preamplifier
- Precision current-to-voltage converter
- Long-term integrator
- Sample-and-hold circuit
- Peak detector
- Medical instrumentation
- Industrial controls
- Automotive sensors

Connection Diagram



TL1619/62-1

Ordering Information

Package	Temperature Range				NSC Drawing	Transport Media
	Military	Extended	Industrial	Commercial		
8-Pin Ceramic DIP	LMC662AMJ/883				J08A	Rail
8-Pin Small Outline		LMC662EM	LMC662AIM	LMC662CM	M08A	Rail, Tape and Reel
8-Pin Molded DIP		LMC662EN	LMC662AIN	LMC662CN	N08E	Rail
8-Pin Side Brazed Ceramic DIP	LMC662AMD				D08C	Rail

LMC662 CMOS Dual Operational Amplifier