

# CHALMERS



## Fixturgränssnitt för test av kraftmoduler

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Mekanik*

THERESE ISACSON

SOFIE TRESSING

Institutionen vid signaler och system  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige, 2014

## **Förord**

Denna rapport är resultatet av vårt examensarbete vid Chalmers tekniska högskola inom mekatronikprogrammet. Detta arbete genomfördes hos Saab Electronic Defence Systems i Göteborg under vintern och våren 2013/2014.

Vid genomförandet av detta projekt har vi tilldelats nyttiga råd och tips av många på Saab EDS. Vi vill framförallt tacka vår handledare på Saab, Nicklas Forsmark, som har stöttat oss under vårt arbete. Även stort tack till Per-Arne Persson, Thomas Olsson och Rickhard Roth.

Vi är även oerhört tacksamma att avdelningschefen Mikael Svedberg gav oss möjligheten att genomföra detta examensarbete på hans avdelning. Vår uppskattning går också till all övrig personal för positiv attityd och givande diskussioner.

Slutligen vill vi ta tillfället till akt att tacka vår handledare Göran Hult som har väglett och backat upp oss under projektets gång.

## Sammanfattning

Avdelningen för test-och mätsystem på företaget *Saab Electronic Defence Systems* beläget i Kallebäck, Göteborg, var i behov av att generera en lösning på fixtur och ITA-gränssnitt för deras modulära testare eller alternativ lösning i form av ny ”familj” krafttestare. Uppgiften var att komma fram till en eller flera lösningsförslag som anpassas för att kunna hantera deras modulära kraftenheter. Lösningen behandlar det befintliga testsystemets utseende samt ett modifierat gränssnitt. Den behandlar även framställningen av två externa fixturer vilka är utformade utefter tio olika kraftenheter (DC/DC-omvandlare). På dessa fixturer har det tagits hänsyn till testsystemets gränssnitt, bakplan, poler, kontakter, laster, kylning, mätutrustning, specifik strömtålighet samt andra faktorer som operatör värdesätter vid testning. I arbetet ingick instudering, problemanalys, generering av idéer på lösningar med de möjliga mätfall och scenario som kan uppkomma. I resultatet framgår det vilken utrustning som behövs samt hur de två framtagna lösningsförslagen för fixtur ska se ut.

## **Abstract**

The department of Test and measurement systems in the company Saab Electronic Defence Systems in Kallebäck, Gothenburg, needed to develop a solution of a fixture and an ITA-interface for their modular tester. The task was to come up with one or more proposed solutions that are adapted to cope with their modular power units. The solution addresses the existing testsystem appearance and a modified interface. It also deals with the preparation of two external fixtures, which are designed along ten different circuit boards. Important fact to consider on the solution to the fixtures is interface, backplane, poles, connectors, loads, refrigeration, instrumentation, specific current capacity and other factors that the operator value for the testing. The work included studying, problem analysis and gathering of ideas for solutions of the possible measuring case and scenario that can occur. The result describes what equipment that are needed and how the two engineered solution proposals for fixture should look.

# Innehållsförteckning

Beteckningar.....	1
1 Inledning .....	2
1.1 Bakgrund.....	2
1.2 Syfte .....	2
1.3 Avgränsningar.....	2
1.4 Precisering av uppgift .....	2
1.4.1 Frågeställningar.....	3
2 Tidsplan.....	3
3 Teknisk bakgrund.....	4
3.1 Radarsystem.....	4
3.2 Kretskort .....	5
3.3 Användningsområden .....	5
3.4 Testsystem.....	6
3.5 Bakgrund vid test .....	7
3.6 Instrument i testsystem.....	8
3.6.1 Begränsningar för instrument i testsystem.....	9
4 Grundkoncept.....	10
5 Teoretisk bakgrund .....	10
5.1 Resistiva laster .....	10
5.2 Växelström .....	10
5.3 Brumspänning (rippel) .....	10
5.4 Flytande nolla.....	10
5.5 DC/DC-konverterare .....	10
5.6 AWG .....	10
6 Metod.....	12
7 Förstudier .....	13
7.1 Föreskrifter för instrument .....	13
7.2 Kylning.....	13

8	Mätvärden (Maxvärden) .....	17
9	Utförande .....	20
9.1	Inledningsfas .....	20
9.2	Tidigare lösning .....	20
9.2.1	Kraftenheter .....	20
9.2.2	Instrument som används vid test .....	22
9.3	Begränsningar .....	23
9.4	Beräkningar .....	23
9.5	Fixtur .....	24
9.5.1	Fixtur #1 .....	25
9.5.2	Fixtur #2 .....	26
9.6	Hållkontakter .....	27
9.7	Nya instrument .....	28
9.7.1	Spänningsaggregat .....	28
9.7.2	Laster .....	28
9.7.3	Övriga instrument .....	29
9.8	Testmodul .....	29
10	Resultat .....	31
10.1	Alternativa instrument .....	32
11	Diskussion .....	33
11.1	Felproblematik .....	34
11.2	Övriga reflektioner .....	34
12	Källförteckning .....	36
	Bilagor .....	I
	Bilaga A - Kontakter .....	I
	Bilaga B - Nytt spänningsaggregat .....	VI
	Bilaga C - Alternativ last .....	IX
	Bilaga D - Alternativt spänningsaggregat .....	XI
	Bilaga E - Begränsningar PXI-instrument .....	XII

Bilaga F - Beräkningsresultat .....	XIV
-------------------------------------	-----

## Beteckningar

AC	Alternating Current
AWG	American Wire Gauge
DC	Direct current
DMM	Digital Multimeter
I/O	Input/Output
ITA	Instrument Test Adapter
JTAG	Joint Test Action Group
KRE	Samlingsnamn (BMR40308/1 och BMR40310/1)
MUX	Multiplexer
RTN/ÅTL	Return/Åter till ledare
PCI	Peripheral Component Interconnect
PXI	PCI extension bus
PSU	Power Supply Unit
USB	Universal Serial Bus
VPC	Virgina Panel Corporation
EDS	Electronic Defence Systems



# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Saab EDS (*Electronic Defence System*) beläget i Kallebäck levererar övervakningslösningar, framförallt till försvarsindustrin. Det handlar främst om radarsystem som är markbaserade, luftburna och som används vid marint bruk. Test- och mätavdelningen som ansvarar för utveckling av test- och verifieringsutrustning till radarsystem står bakom detta examensarbete.

Radarsystemen tillverkas från grunden med företaget Hanza som underleverantör av ingående kretskort. Det finns en variation av kretskort och dessa behöver testas innan användning. I dagens korttestarkoncept finns ett flertal olika fixturer varvid det specifika kretskortet tillsammans med sin utformade fixtur ansluts till en modulär testare via ett ITA (Instrument Test Adapter)-gränssnitt.

Det finns en grupp kretskort som testas i bänkkuppkopplingar (DC/DC-kretskort), där varje sådant kretskort har en unik testuppkoppling. Detta medför att det blir mycket utrustning som skall kopplas upp och ner varje gång ett kort skall provas.

## 1.2 Syfte

Examensarbetet handlar om att åstadkomma lösningsidéer genom instudering och problemanalys för olika scenarion. Syftet är att lägga grunden för realisering av en generell testare/fixtur för samtliga av dessa tio berörda kretskort.

Kraven för att ITA-gränssnittet ska kunna kommunicera med sin omgivning (kretskort, adapter, modulär testare) och ska tydligt vara beskrivna i en kravspecifikation (variabla laster, krav på strömtålighet, spänning, för krafttest nödvändiga instrument mm.).

En praktisk test ska genomföras och beräkningar ska illustrera hur det/de valda lösningsförslagen kan (eller också inte kan) utföras.

## 1.3 Avgränsningar

Detta examensarbete kommer inte att behandla realisering av en generell fixtur för de olika kretskorten, det som kan bli aktuellt om tid finns är visualisering och kostnadsförslag. Lösningsförslaget kommer heller inte lägga stor vikt på mjukvara/programvara, dock kommer förslagsgenereringen innehålla ”reservationer” för möjliga resurser för att realisera dessa såsom utrymme i gränssnitt.

## 1.4 Precisering av uppgift

Arbetet kommer initialt att bestå av mekanisk och elektronisk förståelse för att sedan genom olika utslutningsmetoder, övergå till en eller flera olika lösningsförslag.

### 1.4.1 Frågeställningar

- Går det att använda sig av befintligt koncept vid test av kretskort eller behöver det bli en ny "familj" krafttestare?
- Finns det gemensamma kraftbehov på några kretskort?
- Vad finns de för olika laster till de olika (anslutningsområde, gränlandet mellan kretskort och instrument)?
- Ska man behålla befintliga laster?
- Hur ska lasterna kopplas till fixtur?
- Hur ser de olika bakplanen ut på dessa tio kraftenheter?
- Vilka mätningar sker vid test i bakplanet respektive manuellt på kretskortet?
- Vilka befintliga komponenter/instrument finns i testmodulen idag?
- Behövs det kompletteras/ändras något i det generella gränssnittet i testsystemet?
- Hur kyls kretskorten vid test idag?
- Hur tjocka kablar behövs vid de olika testerna, får de plats i fixtur (böjradie)?
- Hur stor är den maximala lasten samt den maximala spänningen som används vid test?
- Vad är de största skillnaderna mellan de olika korten, finns det några konflikter?
- Ska befintliga laster användas eller finns det något bättre alternativ?
- Klarar alla kontakter i gränssnitt samt instrument angiven ström vid test?
- Hur mäts för närvarande höga spänningar och hög ström vid test av dessa kretskort?
- Klarar den befintliga strömförsörjningen i testaren av att generera krav på spänning och ström?
- Finns det utrymme att modifiera/komplettera gränssnitt och testsystem?

## 2 Tidsplan

Examensarbetet planeras att pågå under tio veckor med start i den 7 november 2013.

## 3 Teknisk bakgrund

### 3.1 Radarsystem

De tio kretskort som behandlas i detta projekt berör radarsystemen nedan samt utvecklingsprojektet Ferdinand.

#### Erieye

”Erieye” är ett flygande radarsystem som lämpar sig när översikt över ett brett område är önskvärt. Den når upp till ett intervall på 450 km och upptäcker objekt både i luft och på land. Detta radarsystem inkluderar sensorer och kommunikation. ”Erieye” kan monteras på olika flygplanstyper, såsom regionalflyg till propellerflygplan och militärplan.[7]



Figur 1: ”Erieye”

#### Giraffe

Radarsystemet ”Giraffe” finns i olika varianter och kan både vara ett markbaserat eller marint övervakningssystem. Den erbjuder en kraftfull 3D-övervakning. ”Giraffe” är också utrustad med ett styrnings- och kontrollsystem samt ett signal- och dataanalyssystem, vilket anger position för inkommande objekt. Den anger även vilken tid objektet beräknas att infinna sig på området. Initiering av spårning samt upptäckten och uppföljning sker automatiskt, dock kan korrigering ske av operator. ”Sea Giraffe” för kustövervakning är utrustad med en så kallad yt-kanal för bevakning av kustvatten och arbetar parallellt med luftövervakningskanalen. Den är också utrustad med digitalkartor för att sälla bort objekt så som öar och andra fasta föremål.[8]



Figur 2: ”Giraffe”

#### Arthur

”Arthur” är ett markbaserat radarsystem som positionerar artilleri inom ett intervall på 60 km och är både snabb och korrekt.[6]



Figur 3: ”Arthur”

## 3.2 Kretskort

Projektet omfattar tio stycken kretskort/kraftenheter, vilka fungerar som DC/DC-omvandlare. Detta innebär att inspänningen till korten konverteras till en eller flera utspänningar i olika nivåer. Dessa krafter förses radarsensorn med DC-kraft. Radarsystemen som berörs är "Giraffe", "Erieye", "Arthur" samt utvecklingsprojektet "Ferdinand".

Det som främst skiljer kretskorten åt är deras kontakter för in-och utspänningar och kontrollsignaler. Bakplanet med utspänningar kopplas till resistiva laster av olika effekt beroende på hur hårt kraftkortet ska belastas.

## 3.3 Användningsområden

De kretskort som behandlas ingår i någon av ovan beskrivna radarsystem. Det som är gemensamt för dessa är att de har egenskapen att DC/DC-omvandla likström, dock fungerar och levererar de olika funktioner i olika produkter. Ett kraftkort fungerar bland annat som strömförsörjning till ett sändarstativ i "Sea Giraffe", medan ett annat möjliggör kraftförsörjning av två hårddiskar. Ett visst kraftkort fungerar som kraftförsörjning av en högfrekvent enhet och så finns det en annan som fungerar som kraftförsörjning i en impulsenheter. Det finns även ytterligare några som arbetar i signal- och dataenheten i "Arthur". Dessa är några exempel på vad kretskorten har för huvudsyfte som komponent i ett komplett radarsystem.

### 3.4 Testsystem

Ett kretskort kan manuellt genomgå en test i ett modulärt testsystem där all nödvändig utrustning internt finns till förfogande via ett gränssnitt. Meningen med detta är att kunna förse användaren med den utrustning som krävs vid provning. Det går även att blanda in programvara vid automatisering av test.

Testsystemet är inbyggt i ett 43,5x71,5x170 cm stort skåp som är utrustat med hjul för smidigare transporter. På baksidan av skåpet finns det en dörr till det inbyggda testsystemet.

PXI(PCI extension bus)-enheten består modulärt av de vanligast nödvändiga instrumenten. Testsystemets gränssnitt som är anslutet till PXI-modulen är tillgängligt genom ett mekaniskt gränssnitt placerat på framsidan av skåpet och går att dra ut för att underlätta hantering.

Systemet är kopplat till strömförsörjning (230V AC 50-60 Hz) via en fördelningsenhet där fördelning av ström till systemets olika funktioner sker. Detta inkluderar också 10A-säkringar på alla utgångar, ett extra 230V-uttag för externt bruk och två 230V-uttag för intern strömförsörjning.

Det mekaniska gränssnittet är uppbyggt av moduler med kontakter och tillhörande hyllplan, illustrerat på bilden nedan. Detta hyllplan används för att underlätta anslutning av fixtur. Gränssnittet möjliggör kommunikation mellan testsystemets alla funktioner/instrument samt fixtur.

Testskåpet är utrustat med ett fläktsystem, vilket är temperaturstyrt och som alltid är på när testsystemet är i gång.

Gränssnittets kontakter och moduler är inköpta av företaget VPC (*Virginia Panel Corporation*).



Figur 4: "Testsystem samt ITA-gränssnitt med tillhörande plattform"

### 3.5 Bakgrund vid test

Kretskorten monteras hos en underleverantör till Saab EDS vid namn Hanza. Innan kraftenheterna installeras i radarsystemen genomgår de tester. Dessa innefattar bland annat mätning av in-och utspänning med eller utan belastning. Spänningsriplet studeras och även strömgräns med indikatorer i form av LED-lampor. I vissa fall testas även lågspänningslarmet, vilka omslagsnivåer som finns och funktionerna kring hur ON/OFF fungerar. Vissa av korten parallellkopplas och utsätts för en större belastning för att kunna kontrollera strömfördelningen.

Idag testas projektets tio ingående kretskort beroende på utseendet hos in- och utkontakter samt beroende på hur höga laster som används. Kretskortens bakplanskontakter ansluts till en motsvarande kontakt, som idag är monterad på en provisorisk anordning. Laster, oscilloskop, voltmeter m.m. är externt monterade till testanordningen och alla mätningar sker manuellt. Eftersom korten ser olika ut och genererar olika utspänningar finns flera olika uppkopplingar där belastningen varierar beroende på vilken modulär kraftenhet som ska testas.

Det finns även kraftenheter som idag ännu inte testas, utan endast konstruerats och specificerats i kravspecifikation för utvecklingsprojektet "Ferdinand". Dessa ska också innefattas i lösningsförslaget för hur fixtur ska genereras.

Antalet stift som ansluts för de olika in-och utströmmarna beror på hur strömtålig varje stift är, samt hur stor strömmen som passerar är. Om för stor ström passerar en kontakt kan antingen strömmen delas upp på fler befintliga stift eller så används anslutningar som består av fler tjockare och strömtåligare stift.

## 3.6 Instrument i testsystem

### PXI

PXI-enheten innehåller de flesta av de ingående instrumenten (beskrivna i detta kapitel) i testsystemet såsom DMM, MUX, spänningsaggregat och oscilloskop. PXI-kontrollen sköter kommunikationen mellan PC och PXI så att test kan genomföras med hjälp av mjukvara och mätvärden kan presenteras på PC-skärm.

### Spänningsaggregat (DC kraft)

Strömförsörjningen är uppdelad i åtta moduler med ”sense-funktioner” på varje, fyra moduler på varje ram som är kopplat till gränssnittet. ”Sense-funktionen” reglerar spänningsnivån på avsatt ställe, alltså räknar den med spänningsfall i kablar så att rätt spänningsnivån är uppnådd. Testsystemet är utrustat med två stycken spänningsaggregat.

### JTAG

Är ett sätt att koppla in sig på mikrochips och kan också fungera som felsökning.

### DMM

Används i testsystemet för att mäta efterfrågade mätvärden såsom spänning och resistans.

### MUX (synkad med DMM)

MUX är en 1-4 kanals multiplexer. Detta instrument används ofta tillsammans med en DMM för att öka antalet mätpunkter som kan mätas genom att öka antalet kanaler.

### I/O (TTL)

192 in- och ut signaler till förfogande.

### Vågformsgenerator

Är nödvändig för att kunna skapa en testsimulering av komplexa vågformer.

### Funktionsgenerator

Förser testsystemet med möjligheten att skapa sinus-våg, vilken kan användas som till exempel stabil klocksignal hos testobjekten. I och med att det är två stycken moduler av denna typ i PXI kan en differentiell klocka skapas.

## **MUX (synkad med generatorer och oscilloskop)**

Testsystemet består av två stycken multiplexers. Huvudsyftet med detta instrument är att öka antal kanaler hos vågform- och funktionsgenerator samt oscilloskop. Används också för att det ska gå att byta mellan olika inspänningar utan att påverka spänningsaggregatet. Den går endast att påverka via mjukvara.

### **Oscilloskop**

Huvudsyftet med oscilloskopet i testsystemet är att kunna mäta amplitud, frekvens, pulsbredd, stig/fall-tid och i vårt fall även rippel (brumspänningen) som bildas då växelström konverteras till likström, innan den går som inspanning in i kraftkortet.

#### **3.6.1 Begränsningar för instrument i testsystem**

Se Bilaga D.



## 4 Grundkoncept

Grundkonceptet är att via kontakter ansluta belastningar, inspänningar och kontrollera mätpunkter, där det idag är uppkopplat för att utföra mätningar manuellt. Framtida ambitioner är att i ett standardiserat modulärt testsystem styra flertalet mätningar via mjukvara.

## 5 Teoretisk bakgrund

### 5.1 Resistiva laster

Resistiva laster kan bestå av t.ex. värmeelement eller andra komponenter som fungerar som motstånd. Ju högre total resistans en krets erhåller, desto högre spänning krävs det för att driva strömmen genom kretsen.

### 5.2 Brumspänning (rippel)

När växelström konverteras till likström uppstår vissa ojämnheter. Skillnaden mellan spänningens/strömmens högsta samt lägsta värde kallas rippel, vilket testas frekvent på kraftkorten. Likspänning består alltså av så kallad brumspänning/rippel som är en överlagrad växelspanning. För att jämna ut detta fenomen kan en glättning utföras, vilket innebär att en kondensator som kan lagra laddningar kopplas in i kretsen.

### 5.3 Flytande nolla

Det finns två typer av transformatorer, nämligen sparkopplade och fullkopplade. Transformatorer består av en primär- och en sekundärsida, vilket står för spänning in (primär) och spänning/spänningar ut (sekundär). En fulltransformator som utnyttjas hos SAAB består inte av någon metallisk förbindelse mellan primär- och sekundär-sidan. Med begreppet flytande nolla innebär det att det inte är önskvärt att nätets nolla ska vara förbunden med oscilloskopets jord. Med detta menas att oscilloskopets jord kan anslutas till överallt i nätet, vilket är en fördel när olika punkter ska mätas. Vid de befintliga uppkopplingarna var detta nödvändigt, men för att få en säkrare lösning kan man använda sig av en differentialprob. Då undviker man att oscilloskopets hölje blir strömsatt, vilket kan vara väldigt farligt.

### 5.4 DC/DC-konverterare

Denna kan även kallas kraftkonverterare då den omvandlar en ingående spänning till en eller flera utgående spänningar med andra spänningsnivåer.

### 5.5 AWG

AWG(American Wire Gauge) är ett mätsystem för dimensionering av elektriska ledare. Ju större värde på AWG desto tunnare elektrisk ledare. Strömtåligheten minskar med tjocklek på kabel.

## Exempel på omvandlingstabell

[14]

AWG	Diameter [mm]	Area [mm <sup>2</sup> ]
0	8,25	53,4
1	7,35	42,4
2	6,54	33,6
3	5,83	26,7
4	5,19	21,2
5	4,62	16,8
6	4,11	13,3
7	3,67	10,6
8	3,26	8,35
9	2,91	6,62
10	2,59	5,27
11	2,3	4,15
12	2,05	3,31
13	1,83	2,63
14	1,63	2,08
15	1,45	1,65
16	1,29	1,31
17	1,15	1,04
18	1,002	0,823
19	0,912	0,653
20	0,812	0,519

## 6 Metod

Arbetsgången under projektet utfördes enligt nedan:

- Studera befintlig testplats och testutrustning.
- Tyda provningsföreskrifter, kretskortsritningar samt dokumentation på befintlig testutrustning.
- Studera kontakter, laster, spänningar samt likheter/olikheter på kretskorten
- Utföra beräkningar för att fastställa teoretisk inström/spänning och förlusteffekt.
- Kontrollera om befintlig utrustning i testsystem är tillräcklig eller behöver kompletteras/modifieras.
- Upprätta lösning för utseende på fixtur/fixturer med avseende på kontakter och anslutningar.
- Upprätta lösning för utseende på testskåp.
- Upprätta lösning för utseende på gränssnitt i testsystem.
- Upprätta lösning för utseende på gränssnitt i fixtur.
- Skriva en kravspecifikation
- Dokumentera/lagra lösningsförslag enligt Saab-standard.
- Presentera resultat.

Mycket tid och stor del av projektet lades på instudering av kretskorten. Med detta innefattades vad som testades, hur den testades, kontakter, spänning och strömtålighet. Utefter denna förståelse lades sedan en rad förslag och överväganden som i sin tur ledde till många frågor. Dessa frågor behövde i sin tur besvaras och utefter detta kunde krav/idéer leda till en slutsats eller korrigering. På detta sätt bollades förslag, tankar, idéer och slutsatser fram och tillbaka. Arbetssättet kan liknas med det kända uttrycket: ”Ett steg fram och två steg tillbaka”, vilket beskriver väldigt väl hur ett arbete/projekt så småningom når hela vägen fram till målet.

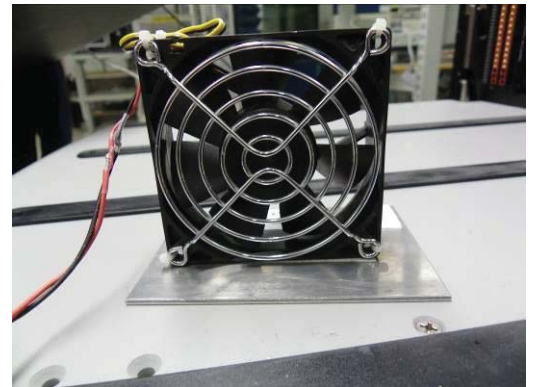
## 7 Förstudier

I början av projektet krävdes det att en hel del förstudier genomfördes. Dessa bestod främst i att läsa igenom tidigare lösningar på olika faktorer/dilemman och förstå hur dessa fungerar, t.ex. vad som sker vid test och hur kylningen går till mm. Detta var nödvändigt för att kunna generera en förbättrad lösning gentemot den befintliga och för att kunna se vad som tidigare fungerat eller inte.

### 7.1 Kylning

Under provning på de belastade kraftenheterna sker en värmeutveckling, vilken kan skapa problem om testet skulle pågå under en längre tid, eller om kortet behöver felsökas. Därför är kylning ett krav för att minska risken för att kretskorten ska överhettas.

Dagens sätt att kyla fokuserar på att leda bort värmen genom att använda en aluminium-kloss eller också via en 12V-kylfläkt. Vilket tillvägagångssätt som används beror lite på hur testanordningen är konstruerad och hur provningen genomförs eller vad som krävs.



Figur 5: "Kylfläkt"

Anledningen till att en aluminiumkloss används är på grund av att kylflänsar på DC/DC-omvandlarna inte monterats än. Enlig referens på Saab bör inte temperaturen överstiga 90 grader Celsius, då påverkas en del ingående komponenter negativt. På grund av att en omstrukturering av test kommer att utföras, behövs även en ny lösning angående kylning. Alternativa lösningar på olika avdelningar här på Saab är beskrivna nedan. Dessa ger en bild på vad det finns för resurser och inom vilka ramar som är rimligt för företaget, samt ett praktiskt exempel på vad som fungerar och inte fungerar hos dessa lösningar. Detta är mycket viktigt då det är möjligt att referera till befintlig kylningsmetod vid beslut av en ny.

Bilden nedan illustrerar en typ av kylningsmetod där kretskort placeras och spänns fast mot en metall som endast leder värme, med fjäderkontakter som trycks mot anslutningar på kretskort. På detta sätt är även felsökning och manuell mätning möjlig, dock endast om detta sker på en av kretskortets sidor.



Figur 6: "Kylning genom kylplatta"

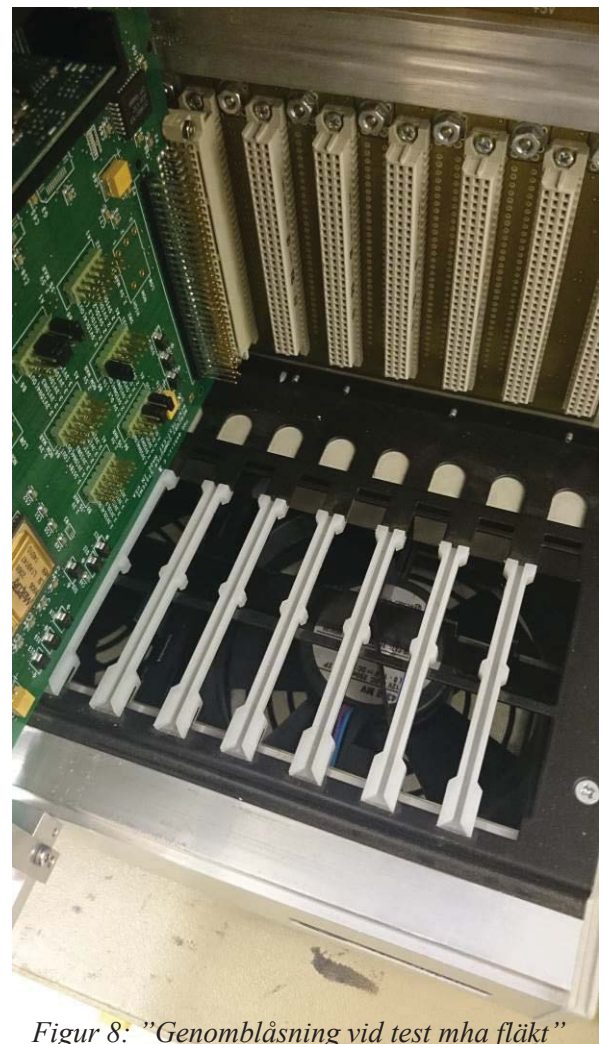
I figur 7 kyls kretskorten via ett inblås och ett utsug som skapar ett luftflöde genom hela systemet. Positivt med detta system är att felsökning och manuell mätning kan utgöras obehindrat på kretskort. Dock krävs att dessa kretskort har en monterad "ram" med kanaler för genomströmning av luft. Det är en stor fördel att resurser för inblås och utsug finns i stort sett i alla rum där test utförs, vilket innebär att installation av detta inte är nödvändigt.



Figur 7: "Kylning inblås och utsug"

I figur 8 visas ett kylsystem, vilket avleder värmen genom att blåsa in luft från långsidan av kortet. Detta är en bra och enkel lösning om manuell mätning inte behöver utföras.

Det finns för-och nackdelar med dessa ovanstående metoder, ingen av dem är en optimal lösning för de tester som projektet fokuserar på, detta antagande grundar sig på kretskortets placering och värmeutveckling. Mer om detta kommer i diskussionskapitlet.



Figur 8: "Genomblåsning vid test mha fläkt"

## 7.3 Översikt kontakter

När kretskorten genomgår test finns det ett antal olika typer av kontakter som används. På de berörda kraftenheterna finns det anslutningar för kraftförsörjning och kontrollsignaler, vilka genereras på kretskortets bakplan.

Genom att kontrollera dessa kontakters begränsningar, likheter/olikheter och strömtålighet kan det fastställas vilka kretskort som använder sig av likadana kontakter och med hjälp av denna information besluta vilka kretskort som kan använda sig av samma fixtur.

Kolumnen ”fixtur” anger på vilken fixtur kraftkortet är tänkt att tillhöra i lösningsförslaget. Tabellen visar även kontaktarnas kommande beteckningar, antal pins och strömtålighet.

Fixtur	Kretskort m. kontakter	Beteckning	Beskrivning	Antal stift	Strömgräns/stift
#1	<u>BMR40308/1</u>				
	RNT258510/37	B1-1	Utspänning	37	5A
	RPT258402/05	A3	Inspänning	5	15A
#1	<u>BMR40310/1</u>				
	RNT258510/37	B1-2	Utspänning /Inspänning	37	5A
	RNT258504/09	A1-1	Kontrollsignal	9	5A
#1	<u>BMR40312/1</u>				
	RNV303008	B3-1	Utspänning	96	Räcker till (6A max inström på kortet)
	RNV303008	B3-2	Utspänning	96	Räcker till (6A max inström på kortet)
	RPT258402/05	A3	Inspänning	5	15A
	RNT258504/091 (ej monterad)	A1-1	Kontrollsignal	9	5A
#1	<u>BMR40313/1</u>				
	RNT258504/09	A1-1/A1-2	Kontrollsignal	9	5A
	RNT258504/09	A1-4/A1-3	ON/OFF	9	5A
	RPT258402/05	A3-2/A3-1	Inspänning	5	15A
	RPV309110/160	B2-1/B2-3	Utspänning	160	1,5A
	RPV309110/160	B2-2/B2-4	Utspänning	160	1,5A
#1	<u>BMR40306/3</u>				
	RNT258504/09	A1-1/A1-2	Kontrollsignal	9	5A
	RNT258504/09	A1-4/A1-3	ON/OFF	9	5A
	RPT258402/05	A3-2/A3-1	Inspänning	5	15A
	RPV309110/160	B2-1/B2-3	Utspänning	160	1,5A
	RPV309110/160	B2-2/B2-4	Utspänning	160	1,5A
#1	<u>BMR40302/1</u>				
	RNT258504/09	A1-1	Kontrollsignal	9	5A
	RNT258504/09	A1-4	ON/OFF	9	5A
	RPT258402/05	A3-2	Inspänning	5	15A
	RPV309110/160	B2-1	Utspänning	160	1,5A
	RPV309110/160	B2-2	Utspänning	160	1,5A

#1	<u>BMR40302/2</u>				
	RNT258504/09	A1-1/A1-2	Kontrollsignal	9	5A
	RNT258504/09	A1-4/A1-3	ON/OFF	9	5A
	RPT258402/05	A3-2/A3-1	Inspänning	5	15A
	RPV309110/160	B2-1/B2-3	Utspänning	160	1,5A
	RPV309110/160	B2-2/B2-4	Utspänning	160	1,5A
#2	<u>BMRM7010001/1</u>				
	RPVM3910009/01	B4	Utspänning		50A(kraft) 20A(signal)
	RPT258514/25	B5	Inspänning	25	5A
	RNT25910/310	A4	Testkontakt	31	1,8A
#2	<u>BMRM7010003/1</u>				
	RPVM3910009/01	B4	Utspänning		50A(kraft) 20A(signal)
	RPT258514/25	B5	Inspänning	25	5A
	RNT25910/310	A4	Testkontakt	31	1,8A
#2	<u>BMRM4020003/1</u>				
	RPVM3910001/03	B6	Utspänning	64 rader	6A per rad vid 10° C (T-Rise)
	RNVM3910005/200		Intern kontakt som används för att koppla ihop korten till ett dubbelkort	240	2,3A-1,14A (temperaturberoende 20-95 grader)
	RPT258501/25	A6	Inspänning	25	5A
	RNT25910/310	A5	Kontrollsignaler	31	1,8A

Figur 9: ”Tabellen visar en överblick av det tänkta lösningsförslaget hos framtida fixtur till kraftenheterna. Den visar också vilka kontakter som används till vilka kort, samt vad de används till”



## 8 Specifikationer kretskort (Maxvärden)

Nedanstående information är värden som används vid test. Det inom parentes specificerar vilken inspänning som ger angiven utspänning. Övrig data talar om vilket max värde som används vid test för att kunna analysera strömgräns, spänningsgräns mm.

---

### **BMR40308/1 (+28V DC-omvandlas till +12V)**

Max inspänning: +34V  
Max last:  $6,0 \pm 0,2A$

*Kommentar (utrustning):*

*Två inspänningar som består av 28V och 12V (2 spänningsaggregat)*

*Ingår i samlingsnamnet "KRE"*

---

### **BMR40310/1 (+28V DC-omvandlas till +5V och +30V)**

Max inspänning: +34V  
Max last:  $4,0 \pm 0,1A$   
 $3,0 \pm 0,1A$

*Kommentar (utrustning):*

*Två spänningsaggregat 28V och 5V/30V*

*Två laster samtidigt vid test*

*Ingår i samlingsnamn "KRE"*

---

### **BMR40312/1 (+28V DC-omvandlas till +5V/+15V/-15V)**

Max inspänning: 32V  
Max last: +5V, 3,0A  
+15V, 1,8A  
-15V, 2,5A

*Kommentar (utrustning):*

*Spänningsaggregat (18-36 VDC ca 6A)*

*Tre spänningaggregat som används för lågspänningar (0-15VDC<0,1A)*

*Tre stycken resistiva laster eller belastningsaggregat (ca 3-4A vardera för utgångarna med +5V, +15V, och -15V)*

---

### **BMR40313/1 (+28V DC-omvandlas till +3,3V)**

Max inspänning: +32V  
Max last: 97A

*Kommentar:*

*Detta kort parallellkopplas med BMR40313/1*

*Två inspänningar som består av 5V och 28V (2 spänningsaggregat)*

*- Utgång1: 50mA till TP19+3,3vRTN till TP16*

*- Utgång2: 50 mA till +5,0V ( $\pm 0,1v$ ), IN*

---



**BMR40306/3 (+28V DC-omvandlas till +5V)**

Max inspänning: +32V  
Max last: 107A

*Kommentar:*

*Två spänningsaggregat 5V (50mA) och 28V  
Detta kort parallellkopplas med BMR40306/3  
Last ska kunna justeras upp till 60A*

---

**BMR40302/2 (+24V DC-omvandlas till +5V)**

Max inspänning: +32V  
Max last: 60A

*Kommentar:*

*Två spänningsaggregat samtidigt (32V/11A)  
Parallellkopplas med BMR40302/2  
Tre laster används samtidigt 2x0,5ohm (48A) kopplade parallellt med 17ohm (4A)*

---

**BMR40302/1 (+24V DC-omvandlas till +2,5V/+3,3V/+12V/-12V)**

Max inspänning: +32V  
Max last: +2,5V max last 30A  
+3,3V max last 30A  
+12V max last 0,8A  
-12V max last 0,8A

*Kommentar:*

*Utnyttjar tre laster vid test*

---

**BMRM7010001/1 (+56V DC-omvandlas till +6V/+3,3V/+5V/+4V)**

Max inspänning: +56V (max 7,5A) eller angivet  
Max last: +6V max last 8,1A  
+3,3V max last 5,1A  
+5V max last 30A  
+4V max last 5,1A

*Kommentar:*

*Två spänningsaggregat 56V och 14V  
Utnyttjar fyra laster vid test*

---

**BMRM7010003/1 (+56V DC-omvandlas till +3,3V/+5V)**

Max inspänning: +56V (max 7,5A) eller angivet  
Max last: +5V max last 30A  
+3,3V max last 2,8A

*Kommentar:*

*Utnyttjar två laster vid test.*

---

**BMRM4020003/1 (+56V DC-omvandlas till +3,3V/+6V/-6V/+9V/+15V/+32V)**

Max inspänning: +60V (max 7,5A) eller angivet

Max last: +3,3V max last 16A  
+6V max last 7,0A  
-6V max last 4mA  
+9V max last 3,1A  
+15V max last 1,0A  
+32V max last 1,4A

*Kommentar:*

*Ett dubbelkort som är under utveckling.*

## 9 Utförande

### 9.1 Inledningsfas

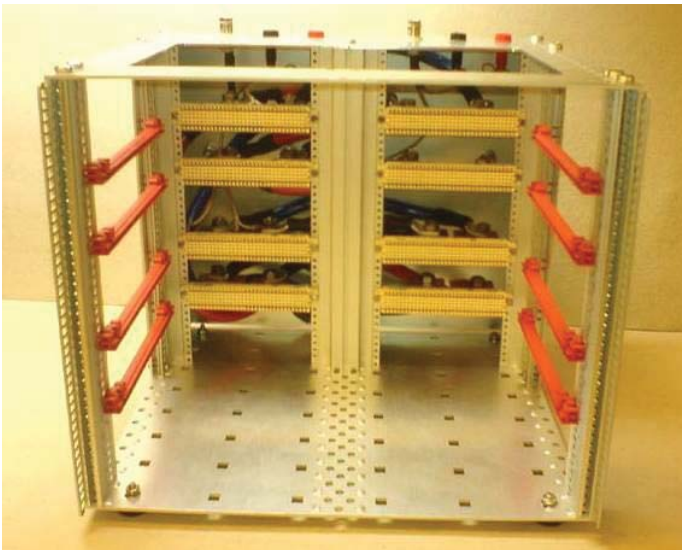
Innan examensarbetet kunde påbörjas var det viktigt att få tillgång till berörda behörigheter såsom epost, databaser samt andra interna system på Saab. Detta för att kunna komma åt alla dokument med information som ingick i projektet. Detta godkändes efter sekretessavtal, anställningsregistrering och en muntlig säkerhetsintervju.

### 9.2 Tidigare lösning

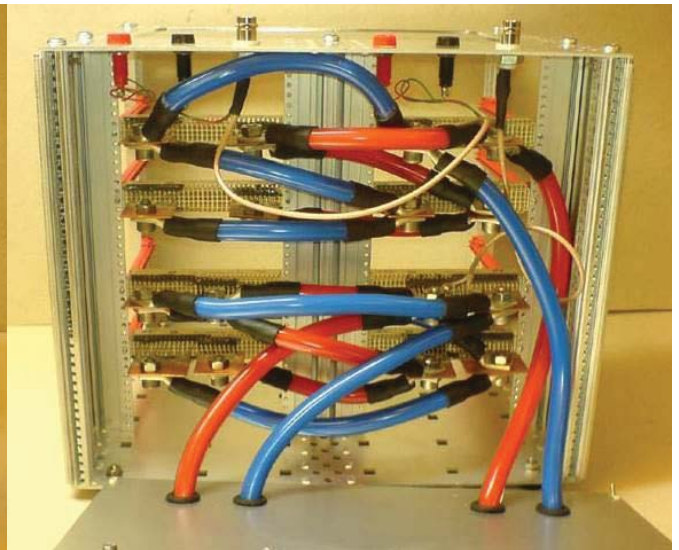
#### 9.2.1 Kraftenheter

##### BMR40313/1 & BMR40306/3

Dessa två kretskort testas i racket nedan. Där ansluts de med bakplanskontakter på kretskortet genom de röda gejderna på sidan, till de ljusa kontakterna i racket (utspänningskontakterna). Anledning till att denna rack är utrustad med fyra stycken kretskorts-anslutningar beror på att kraftenheterna vid ett testmoment ska parallellkopplas eller belastas olika beroende på vad provningsinstruktionen anger. Varje kontaktstift på utspänningskontakterna klarar endast högsta kravet på ström som den är specificerad för, vilket resulterar i att strömmen delas upp på ett antal stift. På grund av denna princip är kablarna grova, för att de ska klara av påfrestningen från strömmarna. Racket kopplas även till ett oscilloskop och en digital multimeter. Vid test av BMR40313/1 används även en testbox med önskvärda mätpunkter till förfogande.



Figur 10: "Framsida på rack"



Figur 11: "Baksida på rack"



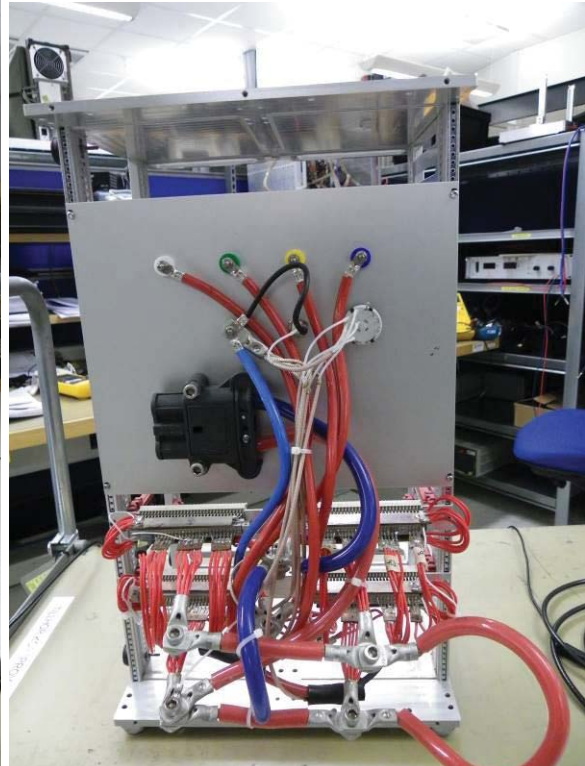
Figur 12: "Testbox"

## BMR40302/2 & BMR40302/1

I racket nedan testas två kretskort, nämligen BMR40302/2 & BMR40302/1. En utav dem parallellkopplas vid test, därför är anordningen utrustad med två slot. Korten kopplas i de vita utspänningskontaktarna via de röda gejderna. Beroende på hur korten ska belastas enligt testinstruktion används de färgade banankontaktarna. Genom att vrida på den svarta switchen anges vilken av utspänningarna som ska testas med avseende på rippel via oscilloskop.



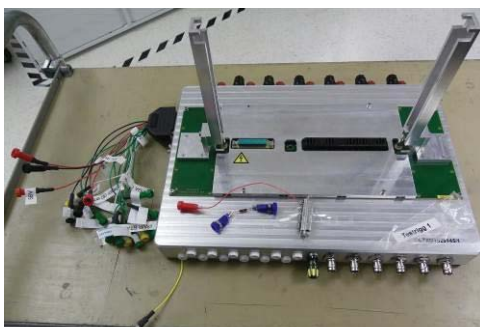
Figur 13: "Framsida på rack"



Figur 14: "Baksida på rack"

## BMRM7010001/1 & BMRM7010003/1

I denna "fixtur" kopplas kraftkorten in med stöd av gejderna och in i kontakter på fixtur. Inspänningen går in på en av de två kontaktarna och på den andra genereras utspänningen/utspänningarna där laster kan anslutas via hållkontakter på sidan av testanordningen. Kontrollsignalerna finns till förfogande på vänster sida om testanordningen, där färgkodning på kabel och hylsa avslöjar vilken kontrollsignal som är representerad i den. Det finns även möjlighet att ansluta till oscilloskop.



Figur 15: "Testanordning ovanifrån"



## BMR40308/1, BMR40310/1 & BMR40312/1

Består av krångliga kopplingar på bänk.

## BMRM4020003/1

Detta är ett dubbelkort som inte producerats än, dock där själva konstruktionen på utseende och funktion färdigt. På grund av detta finns det ingen tidigare testanordning på detta kraftkort. Utöver dessa används även voltmeter, tångamperemeter samt mindre spänningsaggregat.

### 9.2.2 Instrument som används vid test



Figur 16: "Stort Spänningsaggregat (Delta SM 35-45)"



Figur 17: "Små laster (Array) "



Figur 18: "Oscilloskop med lågpassfilter (30MHz)"



Figur 19: "Stor last (Prodigit 3352) "



Figur 20: "Isolationstransformator "skyddstrafo" kopplat till oscilloskop"

### 9.3 Begränsningar

#### Att tänka på:

- Laster måste vara styrbara.
- Viktigt att undvika spänningsfall i kablar vid mätningar på kraftkort i fixtur.
- Undvika att kretskorten blir överhettade under test och vid eventuell felsökning.
- Vid test behövs det i vissa fall flyttas laster mellan olika mätpunkter, vilka är specifika från kort till kort.
- Oscilloskop måste erhålla flytande nolla.
- Kontakterna i modulen i gränssnittet som är kopplat till MUX och DMM klarar endast 7A.
- Vid mätning av rippel behövs ett filter (30 MHz) kopplat till oscilloskopet.
- Använd så korta kablar som möjligt för att erhålla smidiga kopplingar.

### 9.4 Beräkningar

Det har utförts beräkningar på kraftenheterna, inströmmen samt avgiven effekt har beräknats. Detta för att få en uppfattning om kraftförsörjaren är tillräcklig, samt vilken effekt kylningsprocessen bör klara av att avleda. Dessa beräkningar genomfördes genom att studera den maximala in- och uteffekten utifrån verkningsgraden. Verkningsgraden ligger enligt referens på Saab på i underkant 80%.

För att beräkna inströmmen noterades inspänning, utspänning samt ström ut. Inspänning och utspänning stod angiven enligt testspecifikation och strömmen ut kunde fastställas genom att betrakta belastningen.

Minsta belastningsresistansen för varje utspänning fås genom ohms lag: [1][2][5]

$$R_b = \frac{U_{UT}}{I_{UT}} \quad [\Omega]$$

För att få fram den maximala effekten in i DC/DC-omvandlaren betraktades den maximala effekten ut, vilket är då utspänning och belastning är maximal.

Om det finns flera olika utspänningar adderas deras effekt och genom detta erhålls den totala effekten:

$$P_{UT} = \sum U_n \cdot I_n \quad [W]$$

Med hjälp av kortets verkningsgrad kan effekten in beräknas:

$$P_{IN} = \frac{P_{UT}}{\eta} \quad [W]$$

Där igenom fås den maximala inströmmen. Denna är nödvändig för att bestämma vilken likströmgenerator som behövs samt strömtåligheten hos berörda kontakter och vidare hur strömmen eventuellt delas upp på olika antal pin beroende på strömtåligheten.

<b>Inspänning:</b>	32
<b>Inström:</b>	20,8984375
<b>Utspänning1:</b>	5
<b>Utström1/last:</b>	107
<b>Utspänning2:</b>	
<b>Utström2/last:</b>	
<b>Utspänning3:</b>	
<b>Utström3/last:</b>	
<b>Utspänning4:</b>	
<b>Utström4/last:</b>	
<b>Belastningsresistans1:</b>	0,046728972
<b>Belastningsresistans2:</b>	#DIV/0!
<b>Belastningsresistans3:</b>	#DIV/0!
<b>Belastningsresistans3:</b>	#DIV/0!
<b>Uteffekt</b>	535
<b>Ineffekt</b>	668,75
<b>Verkningsgrad</b>	0,8

Figur 21: "Beräkningskalkulator i Excel"

$$I_{IN} = \frac{P_{IN}}{U_{IN}} \quad [A]$$

För att effektivisera uträkningarna utfördes uträkningar via formel-kommandon i Excel.

En annan viktig aspekt i förslagsgenereringen är hur varma korten blir, vilket är kopplat till verkningsgraden. Verkningsgraden ligger generellt på 80% och maximala temperaturen på korten sätts till  $90^{\circ}C$ . Korten får inte överhettas och därför ska en lösning angående kylning föreslås. Till detta användes formeln nedan.[3][4] [9]

Beräkningsresultat Bilaga F

$$V = 3,0 \cdot \frac{P}{(T_2 - T_1)} \quad \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

$V =$  Luftmängd  $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$   
 $P =$  Effektförlust  
 $T_2 =$  Omgivningstemp i  $[^{\circ}C]$   
 $T_1 =$  Max tillåten temperatur vid test  $[^{\circ}C]$

## 9.5 Fixtur

Genom dokumentation och analys fattades beslutet att i lösningsförslaget använda sig av två fixturer. Utifrån storleken på hyllplanet som går ut vid PXI:n från testskåpet, där ITA-gränssnitt ansluts till fixtur, samt utifrån generell standardstorlek på andra liknande fixturer valdes samma mått på bredd, djup och höjd, dock med reservation för ett större mått på höjden, om detta är nödvändigt. Detta med tanke på större tjocklek på kablar än tidigare fixturer, vilket är svårt att analysera utan praktiska undersökningar.

Fixturen kommer att vara en rektangulär låda med handtag på sidorna, detta så att en förflyttning utan komplikationer är möjlig. Den ena sidan av den rektangulära fixturen kommer att anpassas till storleken på testsystemets gränssnitt så att fixturen kan anslutas utan problem. På ovansidan ansluts kretskort via kontakter, där dessa sedan kopplas till olika instrument i PXI:n via fixturens gränssnitt. Vissa kontakter på fixtur/fixturerna är gemensamma för flera olika kretskort men där aktuell utspänning genereras på olika stift.

Det kommer även att finnas hålkontakter på fixtur som är jordad. Dessutom kommer hylskontakter finnas till förfogande tillägnade prober för manuella mätningar på kort, laster och olika lastuppkopplingar i fixtur/fixturer.



Figur 22: "Testskåpets hyllplan"

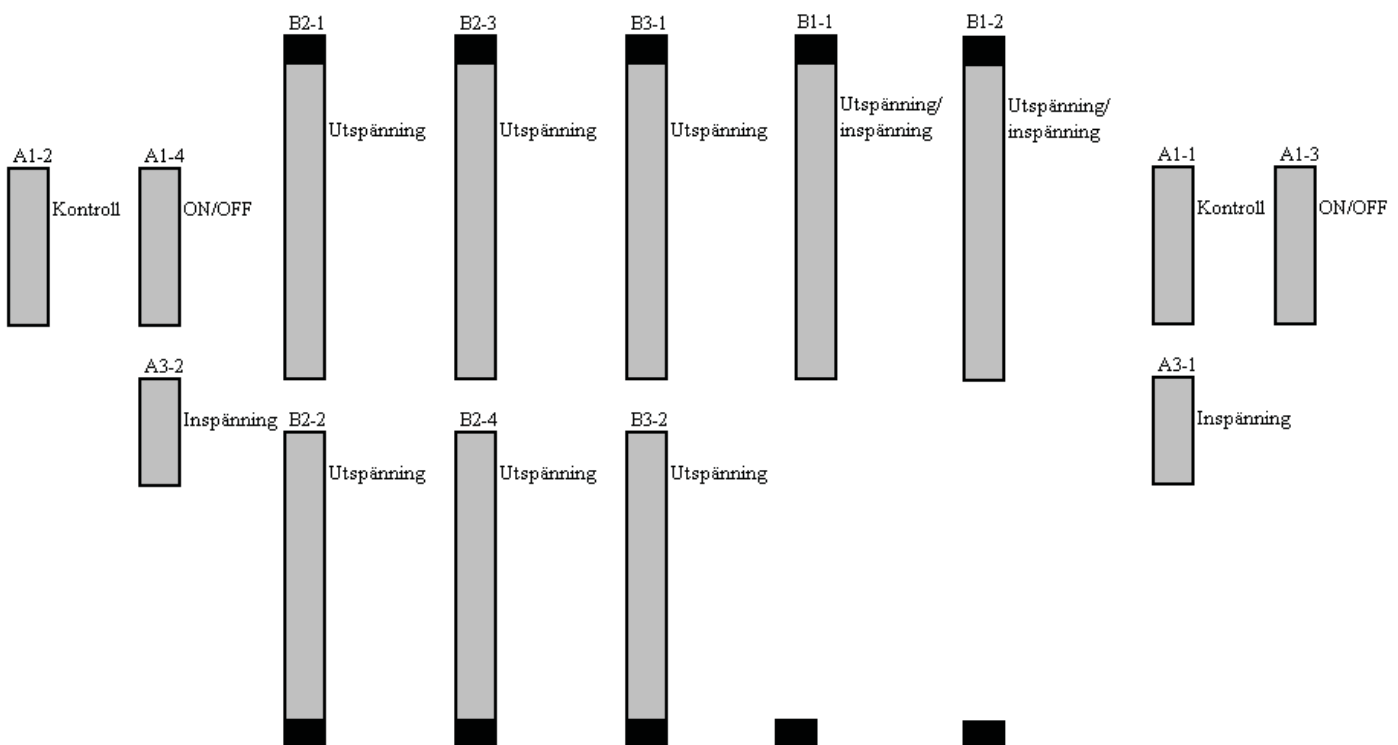
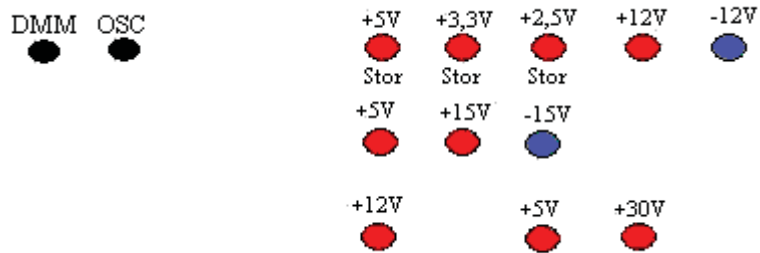


Figur 23: " Probar till DMM och oscilloskop "

Vid fastställningen angående fixturernas utseende fokuserades mycket på att placera kontakter så nära anslutning på kretskort och gränssnitt som möjligt. Detta för att undvika spänningsfall och spara utrymme i fixtur. Hålen som syns nedan på fixtur används till att ansluta laster, prober för DMM och oscilloskop samt jord.

### 9.5.1 Fixtur #1

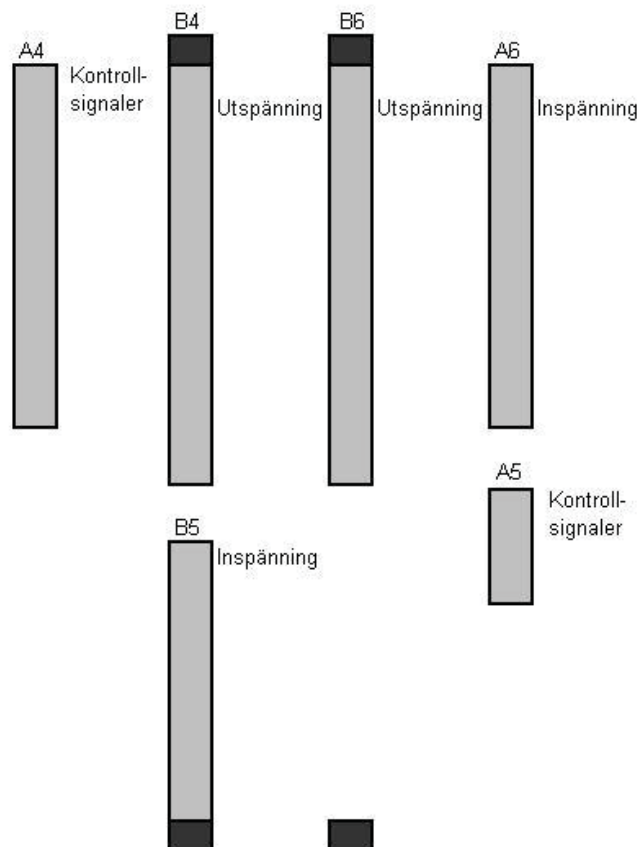
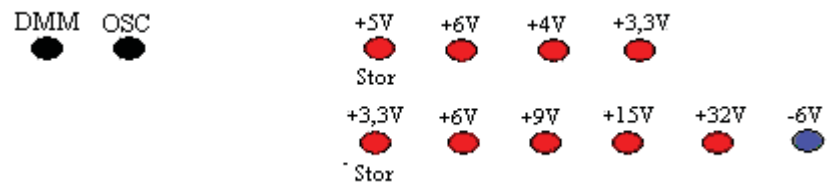
Förslaget på utseende för ovansidan av fixtur ett:





## 9.5.2 Fixtur #2

Förslaget på utseende för ovansidan av fixtur två:



## 9.6 Hylskontakter

När lösningsförslaget angående utformningen av hylskontakter för laster, DMM och Oscilloskop på fixtur skulle fastställas, studerades de olika kraftenheternas krettschema noggrant. I och med att det ingår fler typer av bakplansanslutningar med olika utspänningsstift i fixturen krävs olika uppkopplingar för belastningarna. Vissa uppkopplingar är samma för ett par kretskort, deras laster kan nyttja samma kontakt där endast belastningen varierar. I andra fall har varje uppkoppling fått sin egen specifika kontakt. Anslutningarna är markerade med en spänningsnivå som indikerar värdet på utspänningen från DC/DC-omvandlingen. På fixtur finns även ”Stor” markerad, dessa kontakter är mer strömtåliga än de andra då det är meningen att dessa ska utsättas för en högre ström i och med högre belastningar.

## 9.7 Nya instrument

Detta kapitel kommer att redovisa vilka instrument som ingår i lösningsförslaget.

### 9.7.1 Spänningsaggregat

Generellt vid test av DC/DC-kretskort krävs höga strömmar. Genom instudering av testinstruktioner och genomförda beräkningar konstaterades det att strömförsörjningen i testsystemet inte räcker till. Detta resulterar i en ny strömförsörjning som får installeras i testsystemet. Det nya spänningsaggregatet finns specificerat i Bilaga B.



Figur 24: "Befintliga spänningsaggregat (Agilent)"



Figur 25: "Nytt spänningsaggregat (Agilent 6674A)"

### 9.7.2 Laster

Genom efterforskning och diskussion med operatör fastställdes det att befintliga lasterna ska nyttjas i lösningsförslaget. Grunden till detta finns beskrivet i diskussionskapitlet.



Figur 26: "Små styrbara laster (Array)"



Figur 27: "Stor last (Prodigit 3352)"

#### Array 3710A

Antal ingångar: 1  
Ingång spänning: 0-360V DC  
Ingång ström: 0-30A DC

#### Prodigit 3352

Antal ingångar: 1  
Ingång spänning: 0-60V DC  
Ingång ström: 0-240A DC

### 9.7.3 Övriga instrument

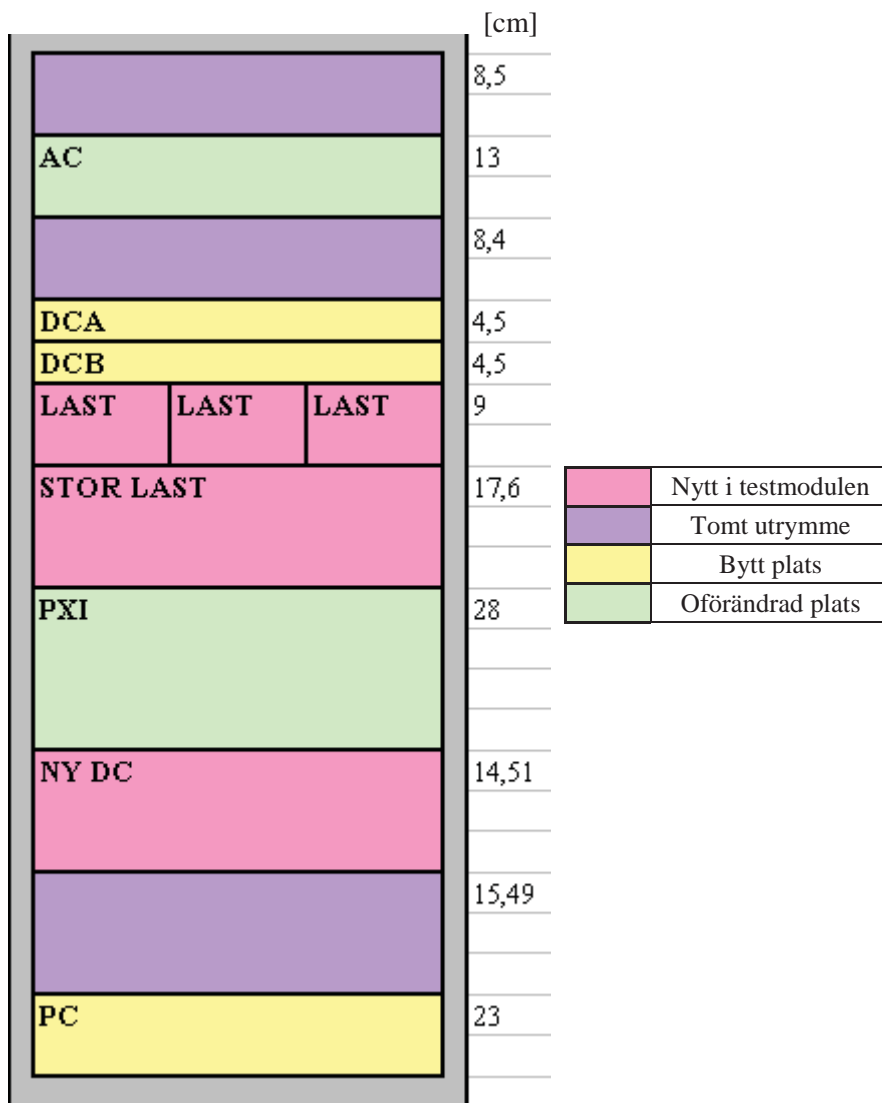
Övriga befintliga instrument är tillgängliga i testsystemet. Filtret till oscilloskopet placeras i fixtur. Mätvärden med oscilloskopet visas genom datordisplay.

## 9.8 Testsystem

Genom att analysera det tomma utrymmet inuti testracket, kunde det konstateras att det finns plats över för att sätta in både laster samt det nya spänningsaggregatet. Gränssnittet i testsystemet ska försöka bevaras i befintligt tillstånd för att det ska finnas ett ”standard” utseende som generellt gäller för kretskort vid test. Detta medför att de tester som utförs med belastning kommer att via kontakter kopplas direkt till fixtur och inte via gränssnittet.



## 9.9 Nytt utseende testsystem



Figur 29: "Testsystemets konfigurering"

1	JTAG test bus
2	DCA
3	DCB
4	NY DC
5	Ledig
6	Switch
7	DMM
8	I/O
9	I/O
10	Ledig
11	Ledig
12	Ledig
13	Waveformgenerator
14	Functiongenerator
15	MUXA
16	MUXA
17	MUXB
18	MUXB
19	Digitizer (OSC)
20	Ledig
21	Ledig
22	Ledig
23	Ledig
24	Ledig
25	Ledig

Figur 30: "Testsystemets nya gränssnitt"

## 10 Resultat

Resultatet som strategiskt har arbetats fram består av två olika fixturer, vilka ansluts via ITA-gränssnittet till testsystemet. Lasterna ansluts direkt till fixtur via kontakter där kablarna kopplas till fronten på de styrbara lasterna. Anslutningar till fixtur samt kablar bör ligga på 6 AWG (~max125A) för användning av den stora lasten och 8 AWG(~max65A) för användning av de tre mindre lasterna.

Utefter instudering och jämförelse av kontakter och signal/kraft kunde likheter och olikheter fastställas mellan kontakter och kretskort. Detta resulterade i ett lösningsförslag på hur många fixturer samt hur de ska se ut.

Enligt beräkningar konstaterades det att det krävs en kraftigare strömförsörjning än vad det befintliga testsystemet kan tillgodose, därför beslutades det att ett starkare spänningsaggregat bör placeras i testskåpet. Denna strömförsörjning kommer att kopplas till en modul i gränssnittet vid namn "VPC 510104123 modul", innehållande kontakter som kommer att ligga på 12 AWG (~max 31A). Genom att dela upp ström på flera stift/kontakter, överstiger inte anslutningarna strömtåligheten. Enligt beräkningar ska detta dock inte vara nödvändigt.

Problematiken med hög belastning är kontakter i gränsschnittsmodul till Switch/MUX inte är specificerade för att kunna användas till högre strömmar. Detta resulterar i att det inte kommer ske någon användning av dessa vid test. Om det behövs bytas anslutningspunkt/mät punkt, till exempel vid belastning utförs detta manuellt genom att byta kontakt på fixtur. Dessa kontakter är specificerade utefter belastning/anslutningspunkter och erhåller en färdig uppkoppling i fixtur till kretskortets utspänningskontakter. På så sätt blir det okomplicerat att byta hålkontakt utefter vilka stift på utspänningskontakt som ska belastas eller testas. Alla kretskort har gemensam jord och alla laster är styrbara.

Spänningsmätningen under kraftkortsprovning är inget problem, då instrumentet aldrig begränsas av den höga strömmen då den endast jämför två potentialer. Amperemetrar är dock lite känsligare då spänningen passerar mätaren. Därför kommer testmoment som involverar kontroll av ström genomföras på de styrbara lasterna. För att möjligheten finns kontrolleras även utspänningen på detta sätt.

Vid test av rippel med oscilloskop används ett filter, vilket i dagens läge inte finns i det befintliga testskåpet. Beslutet som fastställdes var att placera detta filter (30MHz) i fixtur. Vid befintligt test är det även fördelaktigt att använda sig av en så kallad skyddstrafo/isolationstransformator, detta för att framför allt erhålla en "flytande nolla". Däremot är det inte längre nödvändigt i lösningsförslaget, pga gemensam jord.

Alla manuella tester som utförs på korten kommer att ske via probar. Den ena kommer att vara ansluten till DMM via gränssnittet och den andra kommer att vara direkt kopplad oscilloskopet. Övriga mätningar sker med hjälp av mjukvara.

Kylning kommer att ske genom aluminiumskenor med luftkanaler som är i kontakt med kraftenheternas kortsidor. I och med att det finns tillgång till utblås och insug i testlokal kommer dessa att anslutas till var sin skena på var sin sida av kraftenheten. Detta för att få en luftström som avleder värmeutvecklingen. För smidighetens skull byggs luftslangarna in i fixtur. Dessutom sätts provisoriska flänsar på vid test och riktar en 12V kylfläkt på dessa.

Det bör även tilläggas att designen på fixturerna är planerad utefter begreppet ”kortaste vägen”. Detta för att undvika att kablar blir för långa och otympliga och där med också förhindrar spänningsfall.

I och med att likström ofta har lägre spänning och där med högre ström används ofta tjockare kablar. Problematiken med detta är osmidiga böjradier, därför togs beslutet att använda effektivare kablar. Dessa är uppdelade i mindre kardeler och gör att kablarna blir mjukare.

## 10.1 Alternativa instrument

Märket på de nya instrumenten (Agilent) grundar sig mycket på att fokus legat på att hålla ett så generellt och enhetligt testsystem som möjligt, vilket kommer att underlätta underhållet av testsystemet. Det finns däremot ett par instrument som hade varit ett bra alternativ i framtiden. Dessa finns specificerade i Bilaga C och Bilaga D. Gemensamt för spänningsaggregatet och lasterna är att de har samma återförsäljare, *Chroma systems solutions*, som är globalt det största företaget inom krafttest. De inriktar sig bland annat på test av DC/DC-omvandlare i applikationer såsom flygplan och försvar mm. Fördelen med dessa laster är att de är modulära och utbytbara, samt att de kan parallellkopplas. Spänningsaggregatet är även mindre i storlek än det i lösningförslaget.[10][11]

### Laster



Figur 31: "Alternativ last"

Specifikationer: Bilaga E



Figur 32: "Alternativ last, modulär"

### Spänningsaggregat



Figur 33: "Alternativt spänningsaggregat"

Specifikationer: Bilaga F



## 11 Diskussion

Med avseende på reslutatet har alla frågeställningar behandlats och klargjorts.

I vårt lösningsförslag har vi valt att designa två stycken fixturer. Detta grundar sig på att vi ansåg att utrymmet var begränsat och på grund av att vissa av kraftmodulerna skiljer sig i en större skala mellan varandra än andra. Därför beslutades det att två fixturer både är smidigare och mer överskådligt. Vi tyckte även att det var bäst att låta kretskorten till framtidsprojektet Ferdinand tillägnas en egen fixtur.

Ett annat beslut som togs var att placera lasterna i testsystemet eftersom vi genom mätningar och analys konstaterade att dessa får plats vid en mindre omstrukturering av de andra instrumenten i skåpet. Vi tog beslutet att flytta position på likströmsförsörjarna DCA och DCB samt på PC. Övriga instrument är känsligare att flytta på då dessa antingen är direktkopplade till gränssnitt såsom PXI:n eller är begränsade i sin rörlighet på grund av kopplingar som i detta fall är AC-distributionen.

Det fastställdes att laster kopplas direkt till fixtur och inte via gränssnittet. Detta grundar sig i att man vill bevara testsystemet standardiserat och i detta fall kan belastning ses som ett specialfall, eftersom test på kraftenheter är relativt få. Syftet med gränssnittet är att erbjuda ett flertal funktioner, vilket allmänt används vid mer talet tester.

Enligt samma princip som ovan beslutade vi att filter till oscilloskop monteras in i fixtur på en bestämd kanal.

Vi valde även att behålla de befintliga lasterna, då vi inte ansåg någon anledning till att byta ut dessa. Enligt ansvarig på testavdelning är lasterna relativt nyinköpta, dessutom styrbara och har display där aktuell spänning och ström kan noteras, vilket är en stor fördel då switch samt kontakterna i modulen till DMM inte tål den höga ström som uppkommer. Därför kan lasterna även användas som DMM. Ett förslag var att köpa in en DMM med två ingångar där en skulle vara kopplad via switch och den andra direkt kopplad till mätpunkt. Detta förslag förkastades dock på grund av att vi ville undvika att placera in specialutrustning i ett standardiserat testskåp när det fanns en alternativ lösning. Det bör även tilläggas att om företag anser att en ny last är nödvändig krävs det ingen större ansträngning då dessa lätt är utbytbara, vilket också legat som grund till vårt beslut.

En annan viktig faktor är att vi försöker undvika så mycket ombyggnad och utbyte av komponenter som möjligt, då detta kan innebära omskrivning av testinstruktioner. Ett tydligt exempel på detta är när vi kom med förslaget att ersätta PC med en bra mycket mindre variant för att få ett större utrymme i testskåpet. Detta hade krävt omkopplingar som skulle resultera i redigering av specifikation och instruktioner.

Enligt beräkningar på krav på ineffekten kunde vi konstatera att befintliga likströmgeneratorer varken räcker till (olika krav beroende på vilket kretskort det handlar om) på inspänning eller ström enligt kapitel 8. Med detta klart för oss hittade vi en likströmsförsörjare som håller måttet. Frågan som kvarstod var hur vi skulle ersätta en av de befintliga kraftgeneratorerna eller komplettera med en ny? Efter analys valde vi ändå att komplettera med en ny eftersom det andra alternativet hade inneburit omkopplingar och omskrivningar av instruktioner. Efter vidare diskussion med ansvarig för testsystem beslutades att det skulle läggas till en ny modul i gränssnittet.



En annan lösning hade varit att konstruera en ny krafttestarfamilj, vilket innebär ett testsystem som är specifikt utrustad för att behandla kraftenheter. Detta lösningsförslag är dock dyrare än att komplettera det befintliga testsystemet. Ett av syftena med att realisera lösningsförslaget är att ha möjligheten att skicka testsystem till kund, om så önskas. Det hade då varit relevant att leverera en testare där alla ingående instrument, kablar och kontakter lämpar sig för kraftkortstest då kunden har i avseende att göra denna typ av test. I detta fall hade ett nytt krafttestsystem i längden varit billigare, både för kund samt företag.

## 11.1 Felproblematik

Eftersom kontaktpunkterna mellan belastningar och utspänningspins är så pass specifika från kort till kort krävdes det att vi tänkte till lite extra vid fastställning angående koppling och kontakter. Dessa laster har inte möjlighet att kopplas enligt samma princip som övriga instrument i testsystemet till fixtur via gränssnitt. Valet av antal och vilken typ av hålkontakter som monterats på fixtur grundar sig på vad för olika bakplansanslutningar som är monterade samt på vilka pins utspänningen genereras och hur hög strömbelastningen är. Varje hålkontakt på fixtur har sin specifika uppkoppling och belastning.

Ett till dilemma som kan uppkomma är att böjradier på kablarna blir klumpiga och det kan bli ont om plats i fixtur. Det har varit svårt för oss utefter kablarnas tjocklek och mängd att fastställa hur form och storlek på fixtur/fixturer kan tänkas se ut. Osäkerheten angående detta var en faktor till att vi valde två fixturer. Det vi kan föreslå för att få plats med så mycket kabel som möjligt på minsta möjliga plats är att använda sig av mjukare kablar. Vi har hittat ett företag som är specialiserade på just detta och blir utrymmet ett problem, hänvisar vi till dem.[13]

På grund av den kraftiga ström som passerar genom kretskortet blir värmeutvecklingen stor och enligt operatör/testare innebär detta att det skulle bli problematiskt om felsökning skulle vara nödvändig, då överhettning kan uppkomma. Som tidigare nämnt används idag en kloss av aluminium för att leda bort värmen över DC/DC-omvandlaren på kraftkortet. Anledningen till detta är att kylflänsar i detta stadiet inte monterats än. Befintlig test provar kraftenheten liggandes medan i lösningsförslaget ansluts de lodrätt med bakplanet anslutet till fixtur. Det innebär då att möjligheten att lägga en aluminiumkloss ovanpå inte är möjligt längre och att ny lösning krävs. Detta löser vi enligt kylningsförslaget ovan och dessutom kan man sätta på provisoriska flänsar vid test genom att rikta en 12V kylfläkt på dessa. Finns det luftbubblor och smuts mellan komponent och fläns försämras kylningsprocessen.

I och med att testskåpet nu är utrustat med ytterligare fyra laster samt spänningsaggregat kommer troligtvis värmeutvecklingen i skåpet vara större nu än innan. Detta borde gå att lösa genom att sätta in ytterligare en fläkt.

## 11.2 Övriga reflektioner

Tänkbara förbättringsmöjligheter är att eventuellt köpa in smidigare laster, detta för att få tillgång till mer utrymme i testskåpet om det skulle bli aktuellt i framtiden. En annan möjlighet kan vara att den stora datorn placerad i testskåpets nedre del byts ut, vilket och andra sidan kan medföra en del krångliga omkopplingar och installationer.

Som innan nämnt kan ett nytt testsystem skapas speciellt för kraftenheter. Detta skulle medföra att lasterna kommer att kunna kopplas via gränssnittet, där de spänningsaggregat som finns till förfogande är anpassade efter den höga strömmen. Finns det en kundkrets som önskar att SAAB levererar

testutrustning för kraftenheter, kommer en komplett testutrustning specificerat för detta ändamål att tillgodoses. Detta utan onödiga specialkopplingar och kompromisser med nödvändig utrustning.

Vid för hög ström genom kontakter kan det lätt uppkomma gnistor, detta undviker vi genom att dela upp strömmen i betydligt fler och mindre ledare.

Ett annat förslag är att man kan dela på fixtur #1 i två fixturer. Vi vet som tidigare nämnt inte exakt hur stor plats alla kontakter och kablar kommer att ta. Så om det olyckligtvis ter sig så att fixtur #1 blir för otymplig går det att lösa på alternativt sätt. Detta gör man genom att tillägna BMR40313/1, BMR40302/1, BMR40302/2 samt BMR40206/3 en fixtur och resterande kort den andra. Varför vi väljer att dela upp det på detta sätt beror på att ovan nämnda kretskort har liknande egenskaper.

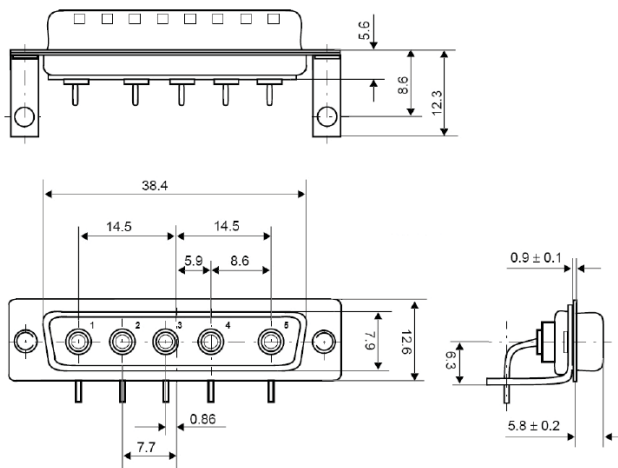
## 12 Källförteckning

- [1] Lars Nordlund & Ingemar Wiklund (2000). *Grundläggande elektronik*  
Göteborg: Natura Läromedel.
- [2] Lars Nordlund & Lars Bergström (2002). *Ellära – Kretsteknik och fältteori*  
Göteborg: Natura Läromedel.
- [3] Yunus A. Cengel, John M. Cimbala, Robert H. Turner (2012). *Fundamentals of Thermal-fluid sciences*. England: McGraw Hill Higher Education.
- [4] Karin Munch, Universitetsadjunkt, termodynamik och strömningslära, Chalmers tekniska högskola, mejl den 10 december 2013.
- [5] Bill Karlstöm, Universitetsadjunkt, elektriska kretsar, Chalmers tekniska högskola, mejl den 10 januari 2014.
- [6] Saab EDS (2014). Arthur. <http://www.saabgroup.com/en/Markets/Saab-South-Africa/Land/Arthur/>[2014-01-07]
- [7] Saab EDS (2014). Erieye. [http://www.saabgroup.com/air/airborne-solutions/airborne-surveillance/airborne-early-warning-and-control-aewc/saab\\_2000\\_erieye\\_aewc/](http://www.saabgroup.com/air/airborne-solutions/airborne-surveillance/airborne-early-warning-and-control-aewc/saab_2000_erieye_aewc/) [2014-01-07]
- [8] Saab EDS (2014). Erieye. [http://www.saabgroup.com/en/Land/Ground\\_Based\\_Air\\_Defence/Ground-Based-Surveillance/Giraffe-AMB/Features/](http://www.saabgroup.com/en/Land/Ground_Based_Air_Defence/Ground-Based-Surveillance/Giraffe-AMB/Features/) [2014-01-07]
- [9] Elfa (2014). Faktasidor (kylfläktar). [https://www1.elfa.se/data1/wwwroot/webroot/Z\\_STATIC/sv/pdf/fakta.pdf](https://www1.elfa.se/data1/wwwroot/webroot/Z_STATIC/sv/pdf/fakta.pdf) [2014-01-07]
- [10] Chroma (2014). Datablad (alternativa laster). <http://www.chromausa.com/pdf/Br-63600-dcload-052013.pdf> [2014-01-15]
- [11] Chroma (2014). Datablad (alternativa laster). <http://www.chromausa.com/pdf/Br-6310A-dcload-102013.pdf> [2014-01-15]
- [12] Chroma (2014). Datablad (spänningsaggregat). <http://www.chromausa.com/pdf/Br-62000P-dcsupply-072012.pdf> [2014-01-15]
- [13] Nexans (2014). Datablad (flexibla kablar). <http://www.nexans.se/kraftkablar/pdf/nexans-kraftkablar.pdf> [2014-01-15]
- [14] Svalander (2014). Faktablad (AWG). [http://www.svalander.se/tips\\_fakta/teknik/kablar/tabeller/](http://www.svalander.se/tips_fakta/teknik/kablar/tabeller/) [2014-01-15]
- [15] Föreskrifter SAAB EDS (2014). Dokumentation (ej offentliga utanför SAAB). [2014-01-15]

# Bilagor

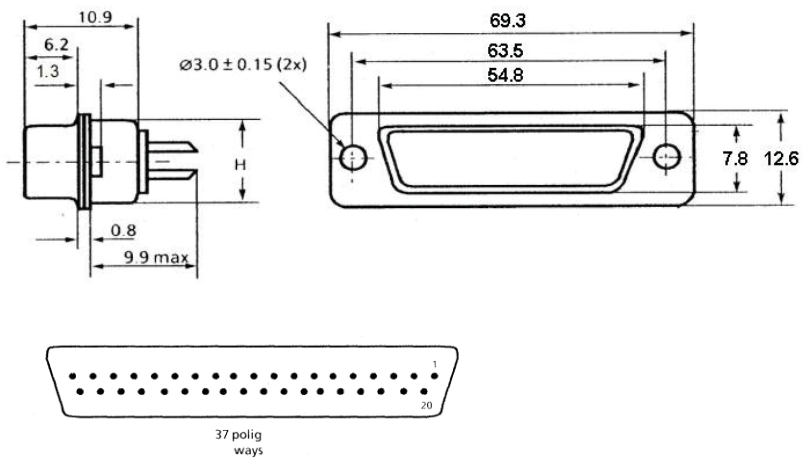
## Bilaga A - Kontakter

### RPT258402/05



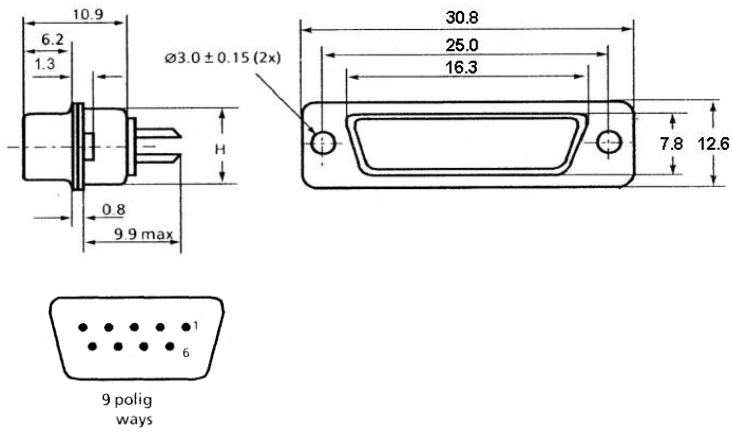
Figur 34: "Kontakt med fem positioner"

### RNT258510/37



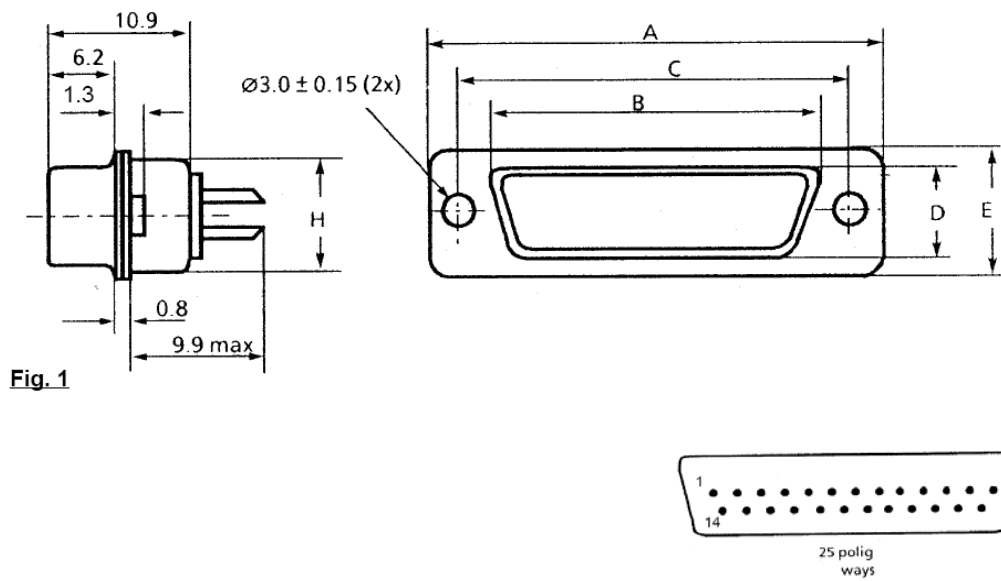
Figur 35: "Kontakt med 37 positioner"

**RNT258504/09**



*Figur 36: "Kontakt med nio positioner"*

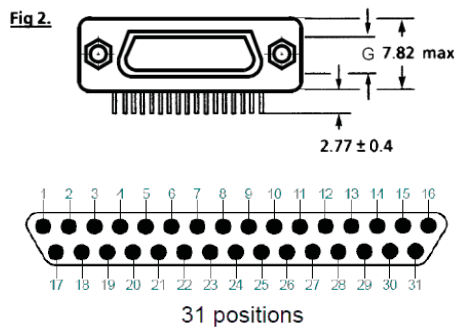
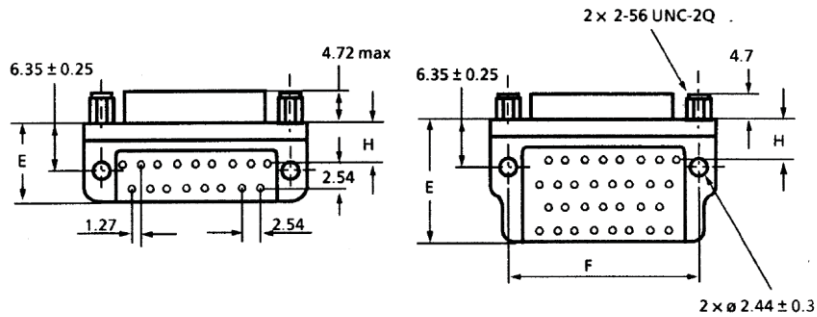
**RPT258501/25**



**Fig. 1**

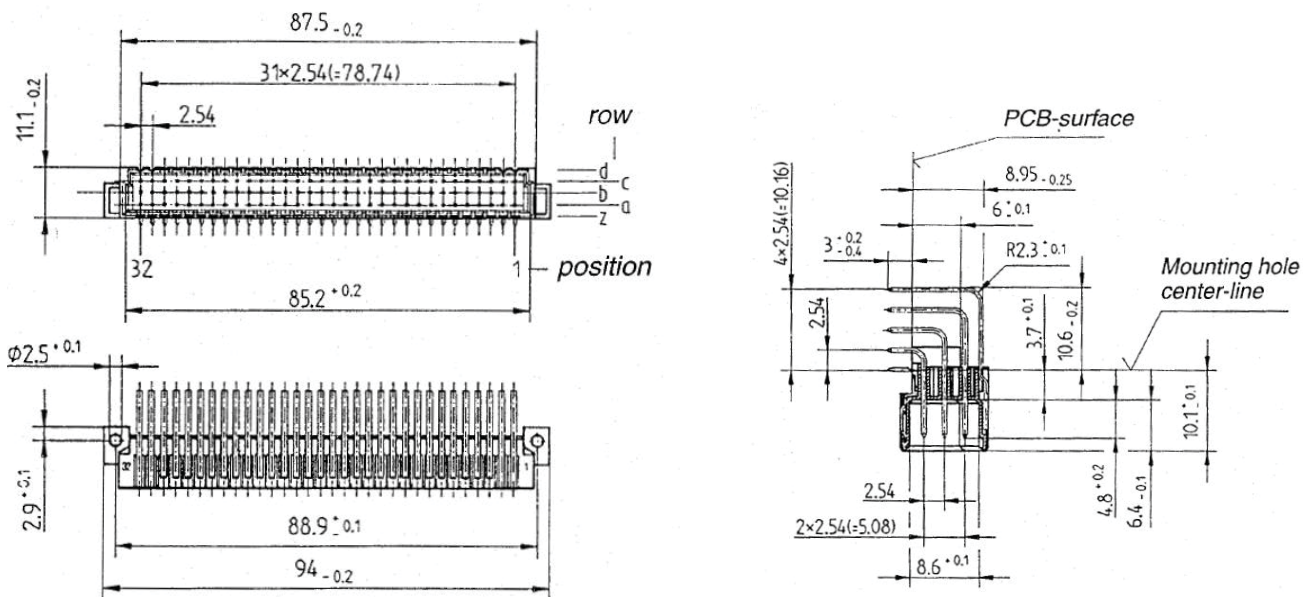
*Figur 37: "Kontakt med 25 positioner"*

RNT25910/310



Figur 38: "Kontakt med 31 positioner"

RPV309110/160



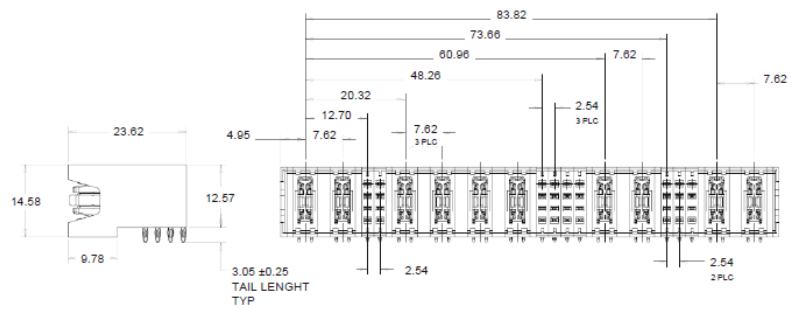
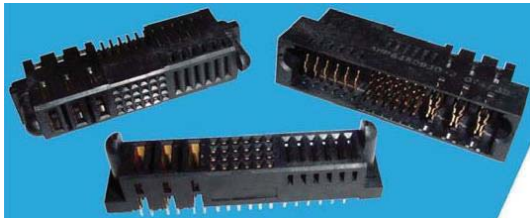
Figur 39: "Kontakt med 160 positioner"

## RNV303008



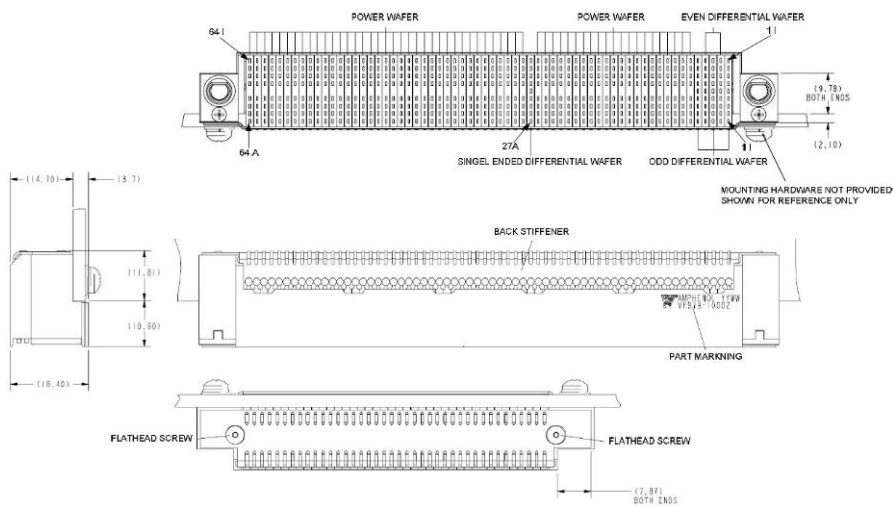
Figur 40: "Kontakt med 96 positioner, anslutningsdon för kantmontage på kretskort."

## RPVM3910009/01



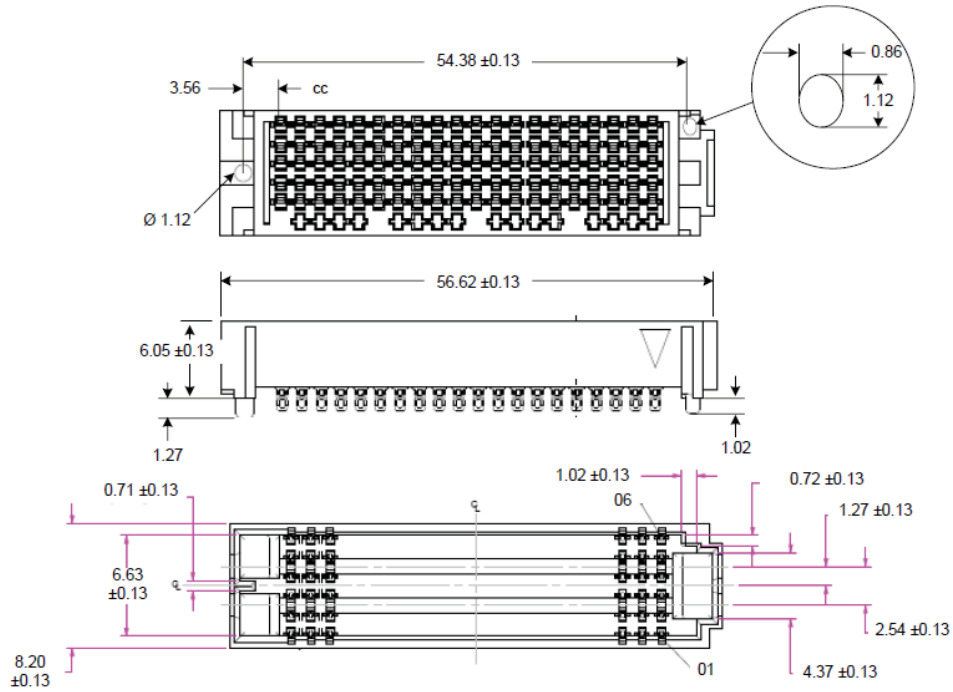
Figur 41: "MULTI-BEAM XLE modul"

## RPVM3910001/03



Figur 42: "Kontakt för bakplanskonfiguration"

RNVM3910005/200



Figur 43: "Kontakt med låg profil för ytmontering, kan hantera olika typer av signaler"





## Agilent 6670A Series Single-Output, 2000 W DC Power Supplies, GBIP

Data Sheet

Speed and accuracy for test optimization



- Fast, low-noise outputs
- Analog control of output voltage and current
- Fan-speed control to minimize acoustic noise
- Built-in measurements and advanced programmable features
- Protection features to ensure DUT safety

This series of 2000 watt DC power supplies has the exceptional, proven reliability that test system engineers look for. It also has the unusual combination of high efficiency and low noise operation.

Programming of the DC output and the extensive protection features can be done either from the front panel or using industry standard SCPI commands, via the GPIB. Using the serial link, up to 16 power supplies can be connected through one GPIB address. Test system integration can be further simplified by using the *VXIplug&play* drivers.

The output voltage and current can also be controlled with analog signals. This is helpful for certain types of noisy environments, and also immediate reactions to process changes.

Lab-bench use is enhanced by the fan-speed control, which minimizes acoustic noise. The extremely low ripple and noise helps the built-in measurement system make extremely accurate current and voltage measurements.



**Agilent Technologies**

## Specifications

Specifications (at 0 ° to 55 °C unless otherwise specified)	6671A	6672A	6673A	6674A	6675A	
<b>Number of outputs</b>	1	1	1	1	1	
<b> GPIB</b>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	
<b>Output ratings</b>						
Output voltage	0 to 8 V	0 to 20 V	0 to 35 V	0 to 60 V	0 to 120 V	
Output current	0 to 220 A	0 to 100 A	0 to 60 A	0 to 35 A	0 to 18 A	
<b>Programming accuracy (at 25 °C ± 5 °C)</b>						
Voltage	0.04% +	8 mV	20 mV	35 mV	60 mV	120 mV
Current	0.1% +	125 mA	60 mA	40 mA	25 mA	12 mA
<b>Ripple and noise from 20 Hz to 20 MHz</b>						
Voltage	rms	650 µV	750 µV	800 µV	1.25 mV	1.9 mV
	peak-to-peak	7 mV	9 mV	9 mV	11 mV	16 mV
Current	rms	200 mA	100 mA	40 mA	25 mA	12 mA
<b>Readback accuracy at 25 °C ± 5 °C (percent of reading plus fixed)</b>						
Voltage	0.05% +	12 mV	30 mV	50 mV	90 mV	180 mV
±Current	0.1% +	150 mA	100 mA	60 mA	35 mA	18 mA
<b>Load and line regulation</b>						
Voltage	0.002% +	300 µV	650 µV	1.2 mV	2 mV	4 mV
Current	0.005% +	10 mA	7 mA	4 mA	2 mA	1 mA

**Transient response time** Less than 900 µs for the output voltage to recover to within 100 mV following a change in load from 100% to 50% or 50% to 100% of the output current rating of the supply

Supplemental characteristics (Non-warranted characteristics determined by design and useful in applying the product)	6671A	6672A	6673A	6674A	6675A
<b>Average programming resolution</b>					
Voltage	2 mV	5 mV	10 mV	15 mV	30 mV
Current	55 mA	25 mA	15 mA	8.75 mA	4.5 mA
OVP	15 mV	35 mV	65 mV	100 mV	215 mV
<b>Output voltage programming response time*</b> (excluding command processing time)	30 ms	60 ms	130 ms	130 ms	195 ms

\* Full load programming rise/fall time (10% to 90% or 90% to 10%) with full resistive load equal to rated output voltage/rated output current.

**Supplemental characteristics for all model numbers**

**DC floating voltage:** Output terminals can be floated up to  $\pm 240$  VDC from chassis ground

**Output common-mode noise current:** (to signal ground binding post)  
500  $\mu$ A rms, 4 mA peak-to-peak

**Remote sensing:** Up to half the rated output voltage can be dropped in each load lead. The drop in the load leads subtracts from the voltage available for the load.

**Command processing time:** Average time required for the output voltage to begin to change following receipt of digital data is 20 ms for the power supplies connected directly to the GPIB

**Modulation:** (Analog programming of output voltage and current)  
**Input signal:** 0 to  $-4$  V for voltage, 0 to 7 V for current  
**Input impedance:** 60 k $\Omega$  or greater

**Input power:** 3,800 VA, 2,600 W at full load; 170 W at no load

**GPIB interface capabilities:** SH1, AH1, T6, L4, SR1, RL1, PP0, DC1, DT1, E1, and C0. IEEE-488.2 and SCPI-compatible command set

**Software driver:**

- IVI-COM
- VXIplug&play

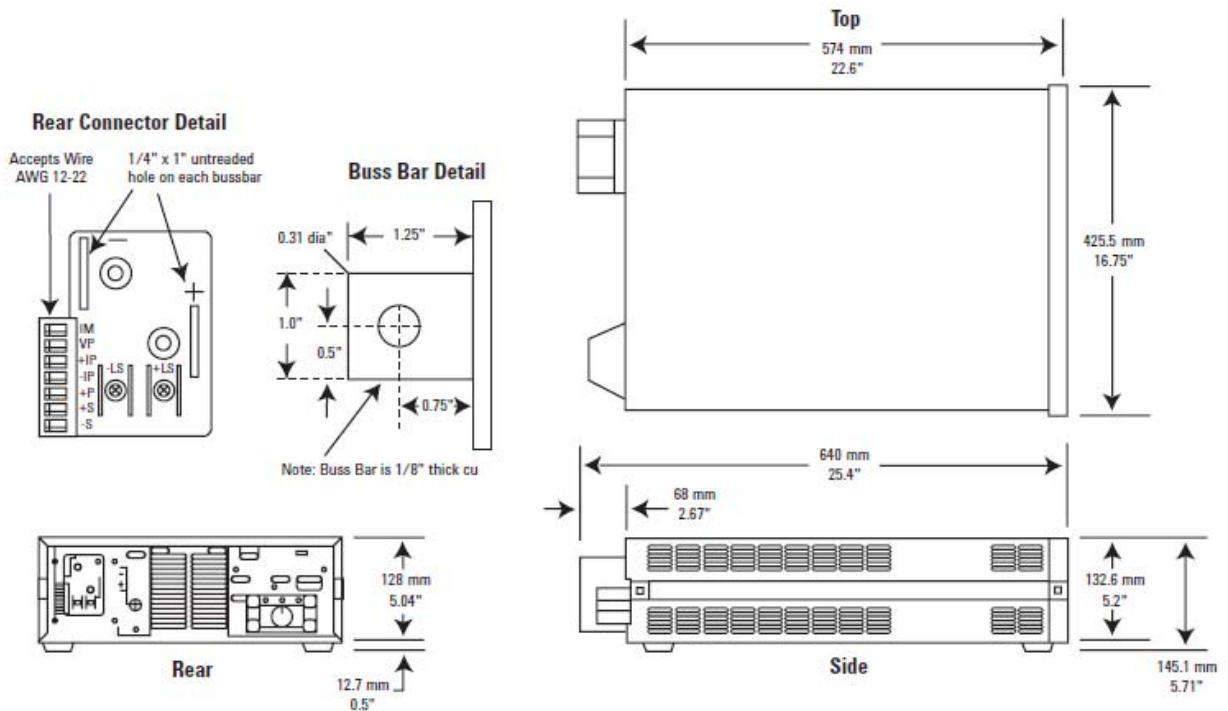
**Regulatory compliance:** Listed to UL1244; certified to CSA556B; conforms to IEC 61010-1

**Size:** 425.5 mm W x 132.6 mm H x 640 mm D (16.75 in x 5.22 in x 25.2 in)

**Weight:** Net, 28.2 kg (62 lb); shipping, 31.8 kg (70 lb)

**Warranty:** One year

Agilent models: 6671A, 6672A, 6673A, 6674A, 6675A





## Bilaga C - Alternativ last



### PROGRAMMABLE DC ELECTRONIC LOAD

#### MODEL 6310A SERIES

The Chroma 6310A series Programmable DC Electronic Load is ideal for the test and evaluation of multi-output AC/DC power supplies, DC/DC converters, chargers and power electronic components. It is designed for applications in research and development, production, and incoming inspection. The system is configured by plugging the user selectable load modules into the system mainframe. The user interfaces include an ergonomically designed user friendly keypad on the front panel and the following computer interfaces: RS-232C, USB or GPIB.

The 6310A series offers 12 different modules with power ratings from 20 watts to 1,200 watts, current ratings from 0.5mA to 240A, and voltage ratings from 0.5mV to 600V. The loads can be operated in constant current, constant voltage, constant power and constant resistance and may be placed in parallel for increased current and power.

The 6310A series can simulate a wide range of dynamic loading applications. The waveforms

programmable parameters include: slew rate, load level, duration and conducting voltage. In addition, up to 100 sets of system operating status can be stored in EEPROM and recalled instantly for automated testing applications.

Real time measurement of voltage and current are integrated into each 6310A load module using a 16-bit precision measurement circuit. The user can perform on line voltage measurements and adjustments or simulate short circuit test using the user friendly keypad on the front panel. Additionally, the 6310A series offers an optional remote controller for automated production lines.

The 6310A series has a self-diagnosis routines to maintain instrument performance. It also provides OC, OP, OT protection, and alarm indicating OV, reverse polarity to guarantee quality and reliability for even in the most demanding engineering testing and ATE applications.

## Programmable DC Electronic Load

### MODEL 6310A SERIES

#### Key Features:

- Max Power: 200W, 100W×2(Dual), 30W & 250W, 300W, 350W, 600W, 1200W
- Wide range 0~600V operating voltage
- Compatibility between 6310 and 6310A
- Up to eight channels in one mainframe, for testing multiple output SMPS
- Parallel load modules up to 1400W for high current and power applications
- Synchronization with multiple loads
- Flexible CC, CR, CP and CV operation modes
- Dynamic loading with speeds up to 20kHz
- Fast response of 0.32mA/μs ~ 10A/μs slew rate
- Minimum input resistance allows load to sink high current at low voltage (63123A : 0.6V@70A)
- Real time power supply load transient response simulation and output measurements
- User programmable 100 sequences. Front panel input status for user-friendly operation
- High/Low limits of testing parameters to test GO/NG
- Digital I/O control
- Over current protection (OCP) testing function
- 16-bit precision voltage and current measurement with dual-range
- Remote sensing capability
- Short circuit test
- Self-test at power-on
- Full Protection: OC, OP, OT protection and OV, reverse alarm
- USB, GPIB & RS-232C interfaces





## PROGRAMMABLE DC ELECTRONIC LOAD MODEL 63600 SERIES

Chroma's 63600 series DC electronic loads are designed for testing multi-output AC/DC power supplies, DC/DC converters, chargers, batteries, server power supplies, and power electronic components. They are excellent for research, development, production, and incoming inspection applications.

The 63600's state of the art design uses DSP technology to simulate non-linear loads using a unique CZ operation mode allowing realistic loading behavior.

The 63600 series can draw its rated current under very low voltage (0.4V typical). This unique feature guarantees the best loading performance for modern Point-of-Load conditions and fuel cells.

The 63600 series can simulate a wide range of dynamic loading applications, with programmable load levels, slew rates, duration, and conducting voltage. The 63600 also has a dynamic sweep function to meet the test requirements of ATX

power supplies. The instrument allows up to 100 sets of system operating status which can be stored in the EEPROM and recalled instantly for automated testing application.

Real time measurement of voltage and current are integrated into each 63600 load module using a 16-bit measurement circuit with three current ranges. The user can perform online voltage measurements and adjustments or simulate short circuit tests using the simple keypad on the front panel.

With the VFD display and rotary knob, the 63600 loads offer versatile front panel operation. Users are able to control the 63600 family remotely via Ethernet, USB, or GPIB interface.

Also included in the 63600 are self-diagnostic routines and full protections against OP, OC, OT and alarm indicating OV, reverse polarity. This ensures the quality and reliability of the 63600 and provides protection to units under test.

## Programmable DC Electronic Load

### MODEL 63600 SERIES

#### Key Features :

- Max. power : 100W × 2(Dual), 300W & 400W
- Voltage range : up to 600V
- 5 module mainframe Max. 2000W, load modules up to 400W/ea
- Up to 10 channels in one mainframe, fit for testing multiple output SMPS
- 0.4V @ 80A (Typical) low voltage operating characteristics
- Flexible CC, CR, CV and CP operation modes
- CZ mode for turn on capacitive load simulation
- Parallel mode for high current and power application up to 2kW
- Multi channel synchronous control
- Auto frequency sweep up to 50kHz
- Real time power supply load transient response simulation and Vpk+/- measurement
- User defined waveform
- Max. Power Point Tracking
- User programmable 100 sequential front panel input status for user-friendly operation
- Precision voltage and current measurement
- Precision high speed digitizing measurement/ data capture
- Voltage, current and P<sub>max</sub> measurement for OCP/OLP testing
- Timing measurement for batteries
- Short circuit simulation
- Self-test at power-on
- Full protection : OC, OP, OT protection and OV alarm
- Ethernet, USB and GPIB interfaces





## Bilaga D - Alternativt spänningsaggregat



### PROGRAMMABLE DC POWER SUPPLY MODEL 62000P SERIES

Chroma's new 62000P Series of programmable DC power supplies offer many unique advantages for ATE integration and testing. These advantages include a constant power operating envelope, precision readback of output current and voltage, output trigger signals as well as the ability to create complex DC transient waveforms to test device behavior to spikes, drops, and other voltage deviations. Designed for automated testing DC-DC converters and similar products, the 62000P sets a new standard for high accuracy programmable DC supplies.

The 62000P Series includes 12 different models ranging from 600W to 5000W, up to 120A and up to 600V. Due to their constant power operating envelope a single instrument can provide both high voltage/low current AND low voltage/high current thereby reducing the number of supplies needed in typical ATE applications.

The 62000P Series also includes 16 bit readback capability for accurate voltage and current readings. This means systems no longer need complex shunt/multiplexers to make accurate readings of the UUT's input parameters. The instruments also include I/O ports providing 8 bit TTLs, DC-ON, fault output signal and remote inhibit as well as an output trigger signal for system timing measurements.

Another unique capability of the 62000P Series supplies is their ability to create complex DC transient waveforms. This capability allows devices to be tested to DC voltage dropouts, spikes and other voltage variations making them an ideal choice for airborne device testing, inverter testing and other devices which will experience voltage interrupts. Applications include DC/DC Converter & Inverter voltage drop test, engine start-up simulation, battery automated charging, electronic product life cycle test, and etc.

## Programmable DC Power Supply

### MODEL 62000P SERIES

#### Key Features:

- Wide range of Voltage & Current Combinations with Constant Power
- Voltage range : 0 ~ 600V  
Current range : 0 ~ 120A  
Power Range : 600W, 1200W, 2400W, 5000W
- Digital Encoder Knobs, Keypad and Function Keys
- Power Factor Correction (0.95)
- High-speed Programming
- Precision V&I Measurements
- Current Sharing for Parallel Operation with Master/Slave Control
- Voltage Ramp Function : Time Range (10ms~99hours)
- Auto Sequencing Programming : 10 Programs / 100 Sequences / 8 bit TTL
- Voltage & Current Slew Rate Control
- OVP, Current Limit, Thermal Protection
- Remote sense, 5V Line Loss Compensation
- APG (Analog Programmable Interface) with Isolated Analog Interface Card
- Optional GPIB Control with SCPI
- Optional Ethernet/LXI interface
- Standard RS-232 & USB Interface
- LabView and Labwindows
- CE Certified



## Bilaga E - Begränsningar PXI-instrument

### DC Power supply

The DC power supplies are configured as eight DC modules placed in two 1U main frames. Each module is equipped with a sense function and is connected to the fixture interface.

The power supplies are controlled by the test system PC using USB instrument bus.

Power supply modules specification:

Agilent Technology N6701A Mainframes A+B.

DCA 1 0-5V 20A (100W) N6741B

DCA 2 0-5V 20A (100W) N6741B

DCA 3 0-20V 5A (80W) N6743B

DCA 4 0-35V 3A (105W) (With polarisation switch option) N6744B

DCB 1 0-8V 6.25A (50W) (With polarisation switch option) N6732B

DCB 2 0-8V 6.25A (50W) (With polarisation switch option) N6732B

DCB 3 0-8V 6.25A (50W) (With polarisation switch option) N6732B

DCB 4 0-8V 6.25A (50W) (With polarisation switch option) N6732B

### PXI cabinet

The PXI cabinet holds most of the instruments. The instrument modules are designed as PXI or PXIe standard modules.

### PXI controller

The PXI controller board is positioned in the PXI rack slot 1 and a daughter board is placed into the test system PC PCI slot.

### JTAG controller

The pod is used for signal conditioning and provides four TAP (test access ports) interfaces. TAP 1-3 is 3.3V (5V tolerant) and TAP 4 is software control able 1.6V to 3.3V TAP. All TAPs are overvoltage protected to  $\pm 50V$ .

### 6NI-2527 MUX

The NI-2527 MUX board is positioned in the PXI rack slot 4.

The NI-2527 MUX is a 64x1 1-wire, 32x1 2-wires, or 16x1 4-wires multiplexer. This multiplexer is specified for Up to 300 VDC/300 VAC and 2 A switching/2 A carry.

The main function in the test system is to use this multiplexer together with the NI-4070 DMM to multiply the number of available DMM measurement channels to 32 using the 32x1 2-wire configuration.

### NI-4070 DMM

The NI-4070 DMM is positioned in the PXI rack slot 5.

The NI-4070 DMM is a 6½ digit digital Multimeter with onboard digitizer functionality.

The NI-4070 in combination with NI-2527 expands the available multiplexed measurement channels to 32.

### NI-6509 TTL IO

There are two NI-6509 implemented into the test system. The NI-6509 IO boards are positioned in the PXI rack slot 17 and slot 18.

The NI-6509 is a 96 channel TTL Digital IO and with two modules the total available TTL channels are 192.

**NI-5412 Waveform generator**

The NI-5412 is positioned in the PXI rack slot 7.

The NI-5412 is an arbitrary waveform generator with 14-bit resolution, 100 MS/s sampling rate.

**NI-5402 Functional generator**

The test system is equipped with two NI-5402 modules. The modules are positioned in the PXI rack slot 15 and 16.

The NI-5402 is a functional signal generator with up to 20 MHz sine and square wave generation.

**NI-2593 RF MUX**

The test system is equipped with two NI-2593 multiplexers. The NI-2593 is positioned in the PXI rack slot 12 and 13.

The NI-2593 is a flexible, fully software configurable multiplexer/matrix with high bandwidth of 500MHz and 50  $\Omega$  impedance. The MUX can be used as a 16x1, dual 8x1, quad 3x1 or as a Matrix in different configurations.

The main function of the two, NI-2593 is to extend the measurement channels of the NI-5402 Functional generator, NI-5412 Waveform generator and NI-5152 Digitizer.

**NI-5152 Digitizer**

The test system is equipped with a NI-5152 Oscilloscope (digitizer). The NI-5152 is positioned in the PXI rack at slot 11.



## Bilaga F - Beräkningsresultat

Nedan visar resultat från beräkningar, det är ungefärliga värden på inspänning och inström till kraftkortet vid test, beräknat med högsta värde hos inspänningen, samt verkningsgraden är 80 %.

Kretskort	DC/DC-omvandling	Inspänning [V]	Inström [A]
BMR40308/1	+28V -> +12V	34	2,65
BMR40310/1	+28V -> +5V/+30V	34	4,04
BMR40312/1	+28V -> +5V/+15V/-15V	32	3,11
BMR40313/1	+28V -> +3,3V	32	12,5
BMR40306/3	+28V -> +5V	32	20,9
BMR40302/2	+28V -> +5V	32	11,72
BMR40302/1	+28V -> +2,5V/+3V/+12V/-12V	32	7,55
BMRM7010001/1	+56V -> +6V/+3,3V/+5V/4V	56	5,26
BMRM7010003/1	+56V -> +3,3V/+5V	56	3,55
BMRM7010001/1	+50V -> +3,3V/+6V/-6V/+9V/+15V/+32V	60	3,8