



TEKNISKA HÖGSKOLAN

HÖGSKOLAN I JÖNKÖPING

**PSQS**

—

**Power Supply Quality Simulator**

Edward Nordström

Johan Ahlström

EXAMENSARBETE 2008

Elektroteknik



# TEKNISKA HÖGSKOLAN

HÖGSKOLAN I JÖNKÖPING

## **PSQS**

—

## **Power Supply Quality Simulator**

Edward Nordström

Johan Ahlström

Detta examensarbete är utfört vid Tekniska Högskolan i Jönköping inom ämnesområdet elektronik. Arbetet är ett led i den treåriga högskoleingenjörsutbildningen.

Författarna svarar själva för framförda åsikter, slutsatser och resultat.

Handledare: Anders Arvidsson

Omfattning: 10 poäng (C-nivå)

Datum: 2008-10-22

Arkiveringsnummer:

## **Abstract**

Kitron had wishes to be able to test and measure how disturbance affects their vehicle electronic units before they have been verified by SP Technical Research Institute of Sweden in Borås. This work started with the writing of a demand specification together with Kitron for a product PSQS, Power Supply Quality Simulator, which can generate some test pulses according to a standard for electronic units to Volvos vehicles. A design proposal was developed with the help the demand specification and was verified with the help of simulations. All electric schematics was designed with the guide of the design proposal. The pulses realized in the works of this thesis are those which Kitron experienced that they have a need to test in their own premises and which are possible to generate with the means available. All work took place at Kitron in Jönköping, the restriction of the work has been the cost of components not to be to high as well as the finished product shall be easily managed. This thesis work resulted in a unit which is possible to produce a number of disturbances on the voltage feed to a unit under test. Some pulses have not been completely correct according to Volvos standard. There are large possibilities to further develop PSQS to a unit that follows Volvos standard and even other vehicle producer's standards.

## Sammanfattning

Kitron har haft önskemål att kunna testa och mäta hur störningar påverkar deras fordons elektronikenheter innan de verifieras hos Statens provnings och forsknings institut i Borås. Arbetet startades med att en kravspecifikation som togs fram tillsammans med Kitron för en produkt PSQS, Power Supply Quality Simulator. Denna kan generera vissa testpulser i enlighet med en standard för elektronikenheter till Volvos fordon. Ett konstruktionsförslag togs fram med hjälp av kravspecifikationen och verifierades med hjälp av simuleringar. Alla el-scheman bygger på detta konstruktionsförslag. De pulser som är realiserade i detta examensarbete är de Kitron har upplevt att de har behov av att kunna testa i sina egna lokaler samt möjliga att generera med de medel som stått till förfogande. Allt arbete har skett på plats hos Kitron i Jönköping, arbetets restriktioner har varit att priset på de komponenter som använts inte får vara för dyra samt att slutprodukten ska vara lätthanterlig. Examensarbetet har resulterat i en enhet där det är möjligt att producera ett antal störningar på matningsspänningen till en enhet under test. Vissa pulser har dock inte blivit helt korrekta enligt Volvos standard. Det finns stora möjligheter att vidareutveckla PSQS till en enhet som följer Volvos standard och även andra fordonstillverkarens standarder.

# Nyckelord

EMC

Fordonselektronik

Testpulser

Microcuts

Cranking

Load dump

# Innehållsförteckning

<b>Abstract</b> .....	<b>1</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>2</b>
<b>Nyckelord</b> .....	<b>3</b>
<b>Innehållsförteckning</b> .....	<b>4</b>
<b>Figurförteckning</b> .....	<b>6</b>
<b>Tabellförteckning</b> .....	<b>7</b>
<b>Förkortningar och ordlista</b> .....	<b>8</b>
<b>1 Inledning</b> .....	<b>9</b>
1.1 BAKGRUND .....	9
1.2 SYFTE OCH MÅL .....	9
1.3 AVGRÄNSNINGAR.....	10
<b>2 Teoretisk bakgrund</b> .....	<b>11</b>
2.1 KRAVSPECIFIKATION.....	11
2.2 EMC .....	11
2.3 ISO 7637-2 OCH CISPR 25 .....	12
2.4 VOLVO STD 515-0003.....	12
2.4.1 <i>Conducted transient emission</i> .....	12
2.4.2 <i>Test pulse 1, Switching of an inductive load in parallel</i> .....	12
2.4.3 <i>Test pulse 2, Switching of an inductive load in series</i> .....	13
2.4.4 <i>Test pulse 3, Arching transient in mechanical switch</i> .....	14
2.4.5 <i>Test pulse 4, Cranking</i> .....	14
2.4.6 <i>Test pulse 5, Load dump</i> .....	15
2.4.7 <i>Power-supply with battery</i> .....	16
2.4.8 <i>Immunity to micro cuts</i> .....	16
<b>3 Genomförande</b> .....	<b>17</b>
3.1 RESTRIKTIONER .....	17
3.2 KONSTRUKTIONSTEORI .....	17
3.2.1 <i>Metodbeskrivning Load dump</i> .....	18
3.2.2 <i>Metodbeskrivning Cranking</i> .....	19
3.2.3 <i>Metodbeskrivning Micro cuts</i> .....	20
3.2.4 <i>Metodbeskrivning CTE</i> .....	20
3.3 KOMPONENTER .....	20
3.3.1 <i>Styrkort</i> .....	21
3.3.2 <i>Micro cuts, Cranking &amp; CTE-kortet</i> .....	21
3.3.3 <i>Load dump-kort</i> .....	22
3.3.4 <i>Frontpanelkort och övriga komponenter</i> .....	24
3.4 KRETSKORTSLAYOUT OCH EL-SCHEMA .....	24
3.4.1 <i>Styrkort</i> .....	25
3.4.2 <i>Micro cuts, Cranking &amp; CTE-kort</i> .....	25
3.4.3 <i>Load dump-kort</i> .....	27
3.4.4 <i>Frontpanelkort</i> .....	27
3.4.5 <i>Kopplingschema box</i> .....	28
3.5 LÅD KONSTRUKTION & FRONTPANEL .....	29

3.6	STYRPROGRAM.....	30
<b>4</b>	<b>Resultat .....</b>	<b>31</b>
4.1.1	Styrkort .....	31
4.1.2	Micro cuts, Cranking & CTE-kortet .....	32
4.1.3	Load dump-kort .....	34
4.1.4	Frontpanelkort och övriga komponenter .....	35
4.1.5	Sammanfattning .....	35
<b>5</b>	<b>Slutsats och diskussion .....</b>	<b>36</b>
<b>6</b>	<b>Referenser.....</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>Sökord.....</b>	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>Bilagor .....</b>	<b>39</b>

## Figurförteckning

<i>FIGUR 1. TEST PULS 1, KOPPLING AV PARALLELL INDUKTIV LAST</i>	13
<i>FIGUR 2. TEST PULS 2, KOPPLING AV SERIELL INDUKTIV LAST</i>	13
<i>FIGUR 3. TEST PULS 3, TRANSIENTER FRÅN EN MEKANISK SWITCH</i>	14
<i>FIGUR 4 TEST PULS 4, CRANKING</i>	15
<i>FIGUR 5 TEST PULS 5, LOAD DUMP</i>	15
<i>FIGUR 6 BATTERISPÄNNINGS KVALITET PULS</i>	16
<i>FIGUR 7 BLOCKSCHEMA AV PSQS</i>	18
<i>FIGUR 8 FÖRENKLAD TEST PULS 4, CRANKING</i>	19
<i>FIGUR 9. EXEMPEL PÅ 5 <math>\mu</math>H ARTIFICIELLT NÄTVERK</i>	20
<i>FIGUR 10 HALVLEDARRELÄERNAS SVARSTIDER</i>	22
<i>FIGUR 11 UPPLADDNING AV KONDENSATORN</i>	23
<i>FIGUR 12 PRINCIPEN FÖR INGÅNGSRELÄERNAS FUNKTION</i>	25
<i>FIGUR 13 MICRUTS OCH CRANKING EL-SCHEMA</i>	26
<i>FIGUR 14 CTE EL-SCHEMA</i>	26
<i>FIGUR 15 LOAD DUMP EL-SCHEMA</i>	27
<i>FIGUR 16 FRONTKORTETS DEL I FRONTPANELEN</i>	28
<i>FIGUR 17 FRONTPANEL KORTETS EL-SCHEMA</i>	28
<i>FIGUR 18 KOPPLINGS EL-SCHEMA FÖR INGÅNGAR OCH UTGÅNGAR</i>	29
<i>FIGUR 19 PROPAC LÅDANS UPPBYGGNAD</i>	30
<i>FIGUR 20 FRONTPANELEN</i>	30
<i>FIGUR 21 MÄTNING MICRO CUTS PÅ 43 <math>\mu</math>S</i>	32
<i>FIGUR 22 MÄTNING MICRO CUTS PÅ 100 <math>\mu</math>S</i>	32



## Tabellförteckning

<i>TABELL 1 DATA FÖR BATTERISPÄNNINGS KVALITETS PULS</i>	16
<i>TABELL 2 PARAMETRARNA FÖR LOAD DUMP[1]</i>	19
<i>TABELL 3 MÄTNINGAR AV HALVLEDARRELÄERS SVARSTIDER</i>	21
<i>TABELL 4 KONDENSATORER FRÅN FABRIKATÖREN EVOX RIFA, SERIE PEH 200</i>	23

## Förkortningar och ordlista

PIC	Enchipsdator från Microchip
Orcad	Cadprogram för elektronik
PSQS	Power Supply Quality Simulator
EMC	Electro Magnetic Compatibility
SP	Sveriges provnings och forsknings institut i Borås
CISPR	Comité Internationale Spécial des Perturbations Radioelectrotechnique
ISO	International Standards Organization
ECU	Electronic Control Unit
Multisim	Program för simulering av elektriska kretsar
MPlab	Programutvecklingsmiljö för PIC Microprocessorer
Volvo	Latin för "Jag rullar", även en biltillverkare
CTE	Conducted Transient Emission
DUT	Device under test
EUT	Equipment under test

# I Inledning

Detta examensarbete har utförts som en del av Elektroteknikprogrammet med inriktning mot mikrodatorsystem på högskolan i Jönköping. Examensarbetet är gjort på uppdrag av Kitron i Jönköping. Arbetet har utgått ifrån en standard för fordons elektronik som Volvo har tagit fram.

Examensarbetets syfte har varit att ta fram en testutrustning som kan skapa pulser som beskrivs i Volvo:s standard. Denna standard som allt har utgått ifrån heter Volvo STD 515-0003 [1].

## I.1 Bakgrund

I dagens samhälle finns apparater med inbyggd elektronik överallt, för att de ska kunna fungera som tänkt och inte påverka andra apparater negativt finns det standarder och krav som man bör uppfylla. När apparaterna kan finnas sida vid sida utan påverka varandra negativt har man uppnått EMC. EMC står för ”Electro Magnetic Compability”, elektromagnetisk samexistens. EMC är något man strävar efter att uppnå. Fordon och fordonskomponenter har ett eget direktiv för EMC, 2004/104/EC. Ett typgodkännande utfärdas av en myndighet, i Sverige Vägverket. Det finns dessutom ett krav på att tillverkningens kvalitetssystem skall kontrolleras och att kvalitetskontrollen av den aktuella produkten skall granskas särskilt. Vissa av dessa standarder sätts av företagen själva så som den standard detta examensarbete bygger på, andra har definierats av olika institut och organisationer.

## I.2 Syfte och mål

Syftet med detta examensarbete är att skapa en testutrustning som genererar testpulser, detta för att kunna testa störningar på fordons elektroniken spänningsmatning. I nuläget görs detta på Sveriges provnings och forsknings institut i Borås (benämns här efter endast som SP). Klarar inte en enhet idag testerna hos SP måste Kitron konstruera om berörd enhet för att sedan utföra nya tester. För att försäkra sig om att framtagna enheter klarar de tester som görs vill Kitron ha möjlighet att utföra delar av testerna själva. Detta för att verifiera att deras konstruktion klarar av de pulser som specificeras i Volvo STD 515-0003 redan innan test utförs hos SP.

Examensarbetets mål är att ta fram en enhet, kallad PSQS ”Power Supply Quality Simulator”, som ska kunna skapa pulser som omnämns i Volvo STD 515-0003. Dessa pulser är representativa för olika fenomen som kan uppstå i all fordons elektronik och inte bara i Volvos fordons elektronik. Dock så utgår detta examensarbete från en Volvo standard.

Kitrons mål med detta examensarbete är att med hjälp av PSQS:en minska utvecklingskostnaden för projekt. Detta sker genom att det blir möjligt att förbereda sig bättre för testerna hos SP med hjälp av PSQS:en.

Följande ska levereras till Kitron:

- En färdigbyggd och funktionsfärdig PSQS
- Elschema och konstruktionsritningar
- Dokumenterad källkod
- En enkel användarmanual

### 1.3 Avgränsningar

En PSQS skall konstrueras, som kan skapa vissa av de pulser som Volvo STD 515-0003 beskriver. De pulser nedan som är understrukna är de som prioriterades av Kitron och dessa kommer att genomföras i detta examensarbete, vid mån av tid kommer övriga pulser att genomföras.

- 4.1 Conducted transient emission
- 5.1 Conducted transient susceptibility on power supply leads
  - 5.1.1 Test pulse 1, Switching of an inductive load in parallel
  - 5.1.2 Test pulse 2, Switching of an inductive load in series
  - 5.1.3 Test pulse 3, Arching transient in mechanical switch
  - 5.1.4 Test pulse 4, Cranking
  - 5.1.5 Test pulse 5, Load dump
- 5.3 Power-supply quality
  - 5.3.1 Power-supply with battery
  - 5.3.2 Immunity to micro cuts
  - 5.3.3 Immunity to high-voltage supply

Numreringen är hämtad från Volvo STD 515-0003.

## 2 Teoretisk bakgrund

### 2.1 Kravspecifikation

Följande är taget från kravspecifikationen till PSQS systemet. Det skall innehålla en programmeringsbar mikrokontroller, tryckknappar skall användas för indata, testobjekt skall kopplas till PSQS via isolerade kablar som tål 30 A och ett oscilloskop skall kopplas till testobjekt för utdata. PSQS skall matas med 12 V eller 24 V spänningsmatning till styrkort. Systemet skall innehålla spänningsutgång av stimulerad matning, 50  $\Omega$  BNC anslutningar för inkoppling av oscilloskop och en programmeringsanslutning per styrkort. PSQS skall inkapslas i en lätthanterad låda med rymlig inredning och öppningsbart lock. När enheten är ihopskruvad skall den vara säker för användaren. Max in- och utspänning samt max ström skall vara märkt på lådan. Enheten skall vara säkringsskyddad samt att utgångarna skall mata ut enbart en testpuls i taget.

Specifikationen bygger på följande standarder:

- Volvo STD 515-0003
- CISPR 25
- ISO 7637-2

Hela kravspecifikationen finns med som en bilaga.

### 2.2 EMC

EMC är en viktig del då det gäller fordon och fordonsindustri. Fordon och fordonskomponenter har ett eget direktiv för EMC, 2004/104/EC som måste tillämpas från och med 1 Juli 2006.

Följande kan läsas på SPs hemsida[2]. ”Fordon och fordonskomponenter har ett eget direktiv för EMC, 2004/104/EC. Proceduren skiljer sig avsevärt från vanlig EMC-märkning som helt kan utföras av tillverkaren själv. Direktivet är säkerhetsrelaterat och gör skillnad på utrustning och funktioner som är involverade i säkerhetssystem och förarens kontroll av fordonet och annat som navigationssystem, värmesystem m.m. Man använder begreppet ”immunitetsrelaterade” funktioner som finns beskrivna i en särskild lista.”

## 2.3 ISO 7637-2 och CISPR 25

ISO 7637-2[3] standarden specificerar tester för kompatibilitet med elektriska transienter av komponenter installerade på fordon med 12 V eller 24 V elektriskt system. Testerna är både injicerade transienter och mätningar av uppkomna transienter. En felaktighets klassificering för immunitet mot transienter är också given.

CISPR 25, [4], är en internationell standard som innehåller gränser och tillvägagångssätt för mätning av radio störningar i området 150 kHz till 1000 MHz. Standarden appliceras på elektronisk och elektriska komponenter tänkta att användas i fordon och i större anordningar. Denna standard är även tänkt att gälla för producenter och leverantörer av komponenter och utrustning som är tänkta att kopplas in i ett fordon efter att fordonet är levererat.

## 2.4 Volvo STD 515-0003

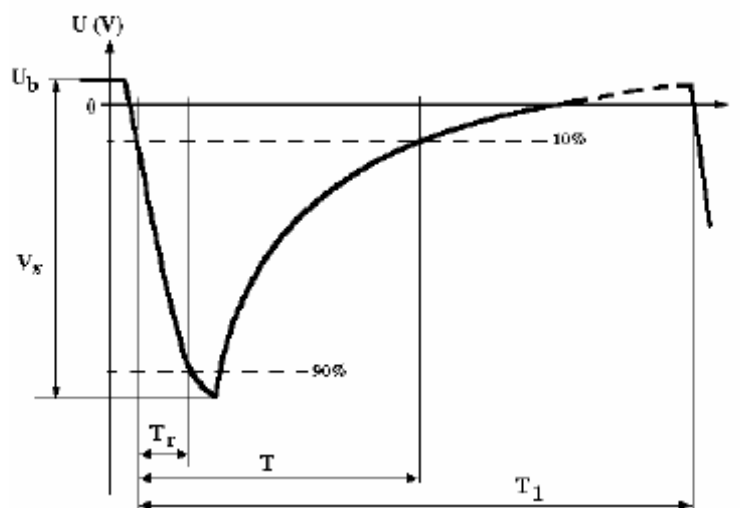
Denna standard innehåller tester och krav som gäller för Volvo elektroniska och elektriska komponenter. Den innehåller också information om hur test skall genomföras och definitioner. Bland testerna beskrivs testpulserna och kraven på pulserna. Testpulserna simulerar händelser som sker i fordon och standarden är till för att mäta funktionalitet under testpulserna och hur en komponent avger störningar på elsystemet. I Volvo standard så beskrivs också krav på olika komponenters funktionalitet vid olika test pulser beroende på komponentens uppgift i fordonet. Skillnad görs på om komponenten skall fungera under testpulsen, om komponenten skall fungera med vissa eller alla funktioner som gör felaktigheter under pulsen, om komponenten gör felaktigheter efter pulsen eller om komponenten förstörs och behöver repareras efter pulsen. Denna standard bygger på ISO 7637-2 och CISPR 25.

### 2.4.1 Conducted transient emission

Conducted transient emission test är till för att mäta störningar som skapas av en komponent som stängs av och på i ett fordon. Dessa transienter kan upplevas som störningar på matningsspänningen. Enligt Volvo STD 515-0003, skall testkomponenten spänningsmatas via ett artificiellt nätverk specificerat av CISPR25, se [4]. De uppkomna transienterna har krav enligt standarden på bl.a. amplitud, repetitionsfrekvens och stigtider.

### 2.4.2 Test pulse 1, Switching of an inductive load in parallel

Denna puls uppstår då man slår ifrån en induktiv last som ligger parallellkopplad mot det testade systemet t.ex. spolen i mekaniska reläer. Resultatet blir att det bildas en negativ transient.

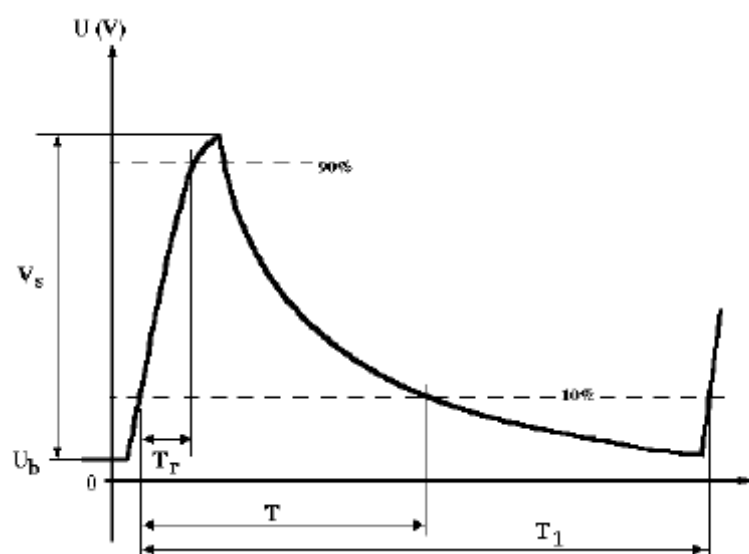


Figur 1. Test puls 1, koppling av parallell induktiv last

I figuren ovan visas testpulsen som skall simulera parallellt kopplade induktiva lasters transienter. Pulsen skall sjunka ner till  $-600\text{ V}$  och repeteras 1000 gånger i ett test. Falltiden skall vara mindre än  $1\mu\text{s}$  och falltiden tillsammans med stigtiden ( $T$ ) skall vara  $1\text{ ms}$ . [1]

### 2.4.3 Test pulse 2, Switching of an inductive load in series

Denna puls uppstår då man slår ifrån en induktiv last som ligger i serie med den testade komponenten t.ex. likströmmotorer. Resultatet blir en positiv transient. Då alla elektriska motorer har induktiva laster och att det existerar en del elektriska motorer i ett fordon kan denna transient förekomma relativt ofta.



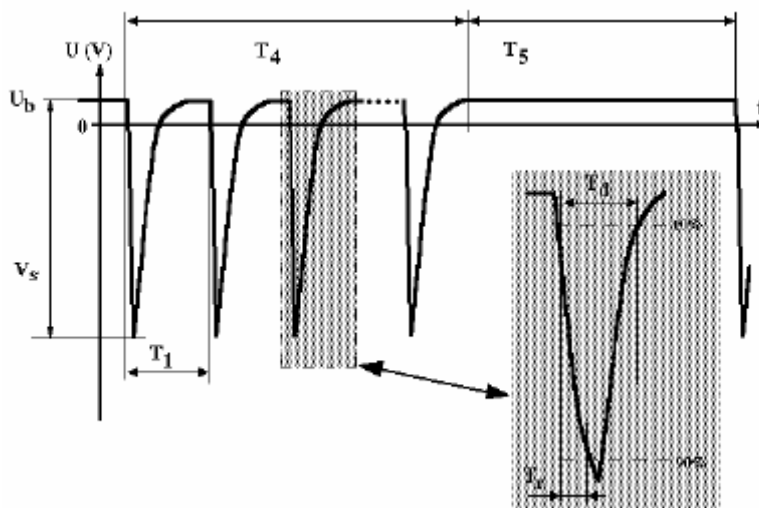
Figur 2. Test puls 2, koppling av seriell induktiv last

I figuren ovan visas test pulsen som skall simulera seriellt kopplande induktiva lasters transienter. Pulsen skall stiga till över 100 V och repeteras 1000 gånger. Stigtiden skall vara mindre än 1  $\mu\text{s}$  och stigtiden tillsammans med falltiden (T) skall vara 50  $\mu\text{s}$ . [1]

#### 2.4.4 Test pulse 3, Arching transient in mechanical switch

Denna puls uppstår som transienter i ett mekaniskt switch. Denna puls testas stötvis, se figuren nedan. Först kommer ett antal transienter, sedan ligger pulsen i likström. Transienterna är 0,1  $\mu\text{s}$  långa och mellan varje transient skall det gå

100  $\mu\text{s}$ . Transientdelen av pulsen är 10ms lång och likström delen är 100ms lång. Detta test skall repeteras i en timma. Transienterna kan både vara positiva och negativa och testas med tre olika toppnivåer, -150 V, -200 V och 200 V.

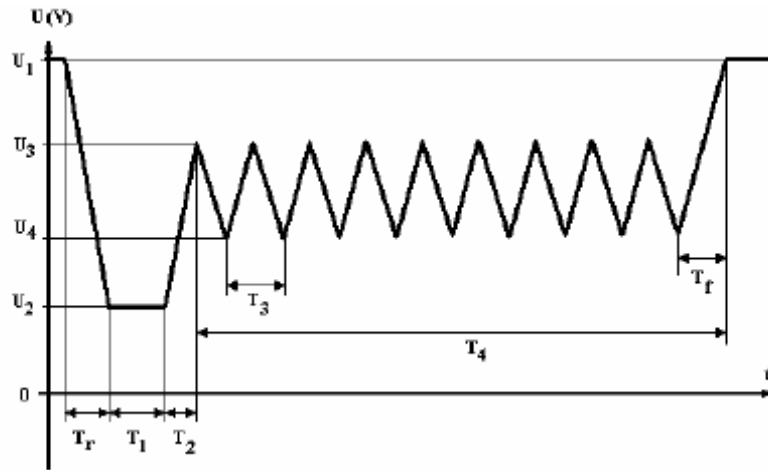


Figur 3. Test puls 3, Transienter från en mekanisk switch

#### 2.4.5 Test pulse 4, Cranking

Cranking är till för att mäta en komponents funktionalitet vid en sänkt matningsspänning t.ex. vid start av en motor i vinterkyla med ett dåligt laddat bilbatteri. Denna test puls är långvarig, enbart sågtanddelen av pulsen (T4) är 20 s lång och pendlar mellan 10 V och 6 V för 12 V system.

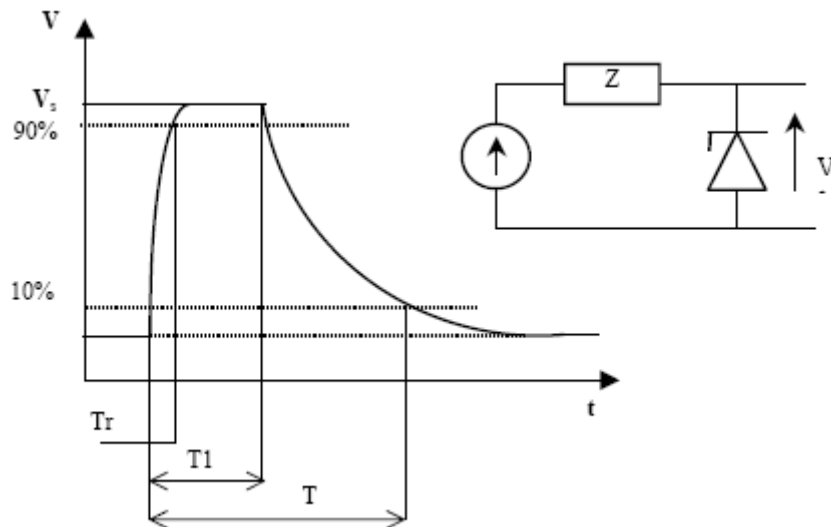




Figur 4 Test puls 4, Cranking

### 2.4.6 Test pulse 5, Load dump

Load dump simulerar bortkoppling av en elektrisk tung last i ett fordon då motorn är igång, där elgenerators uppladdade spolar urladdar mycket energi som bildar en överspänning i elsystemet. Load dump kan ske t.ex. när bilbatteriet kopplas bort när generatorn arbetar.

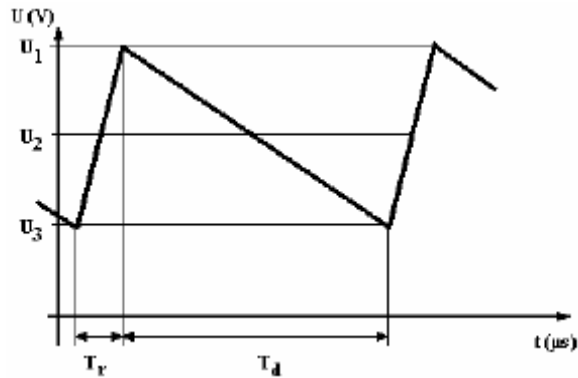


Figur 5 Test puls 5, Load dump

Testpulsen utförs i två versioner för 12 V system, en dämpad och en odämpad toppspänning. Den odämpade Load dump pulsen når en topp på 106 V, den dämpade pulsen når en topp på 40 V. Enligt el-schemat i figuren ovan, så används en zenerdiod för att dämpa toppspänningen. På 24 V system så används enbart en dämpad test puls som når en topp på 58 V. Pulsens tid (T) är för de dämpade fallen 600 ms och för den odämpade 12 V pulsen 400 ms.

### 2.4.7 Power-supply with battery

Denna testpuls simulerar batterispänningsvariationer som förekommer i fordon. Oavsett vilken komponent som förses av ett batteri skall komponenten klara av dessa spännings variationerna utan avbrott i funktionalitet.



Figur 6 Batterispännings kvalitet puls

Parameter	With battery <sup>1)</sup>		Without battery <sup>2)</sup>	
	12 Volt	24 Volt	12 Volt	24 Volt
U1	16	31	18	30
U2	14,2	28,5	13	25
U3	11	26	8	20
Tr	20 µs	20 µs	20 µs	20 µs
Td	160 µs	160 µs	160 µs	160 µs

Requirements:

- <sup>1)</sup> Irrespective of SI classification, FSC A is required.
- <sup>2)</sup> The equipment shall be capable of operating for 1 hour without battery.

Tabell 1 Data för batterispännings kvalitets puls

### 2.4.8 Immunity to micro cuts

Detta test provar komponenters funktion vid kortare spänningsavbrott på tidsintervaller på 10 µs, 100 µs och 1000 µs. Komponentens skall klara av dessa spänningsavbrott utan funktionalitetsavbrott.

## 3 Genomförande

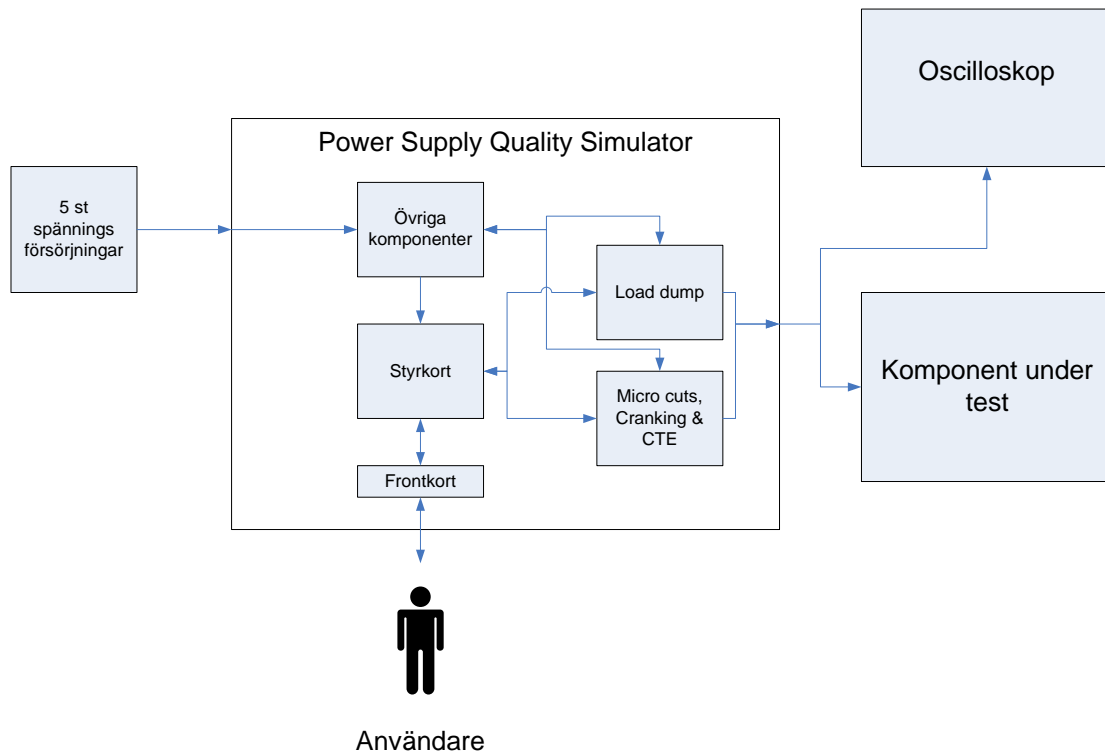
Projektet började ta form efter att Kitron AB överlämnat förslag på konstruktionslösningar till PSQS. Dessa förslag simulerades och anpassades för att passa kraven på pulserna i Volvos standard. Därefter ritades el-scheman parallellt med att komponenter undersökes och införskaffades.

### 3.1 Restriktioner

Som i de flesta projekt är tid och pengar en återkommande restriktion. I detta examensarbete så fanns det även krav på produktens storlek och effekttålighet, den färdiga konstruktionen skall vara lätt nog att flyttas av en man samt att effekttåligheten skall motsvara 30 A vid 24 V. Följande pulser valdes att implementeras i PSQS: Conducted transient emission test, Cranking, Load dump och Micro cuts då dessa pulser är prioriterade av Kitron. All spänningsförsörjning är extern.

### 3.2 Konstruktionsteori

PSQS kommer att bestå av styrkort, kraftförsörjning samt ett användargränssnitt. Nedan visas ett blockschema av PSQS. Styrkomponenterna placeras på ett kretskort, ett frontkort används för användargränssnitt och pulsgenereringen sker på två kretskort, Load dump på ett eget kretskort och Micro cuts, Cranking och CTE (Conducted Transient Emission) på ett annat kretskort. Övriga komponenter såsom säkringar, vissa reläer och skrymmande effekttåliga komponenter kommer att placeras kabelanslutna i lådan. Lådan är tänkt att vara någon form av modulbaserad 19" låda, för att förenkla själva byggandet. En front är tänkt att beställas färdig lackerad, borrarad och med färdiga komponenthåll.



Figur 7 Blockschema av PSQS

### 3.2.1 Metodbeskrivning Load dump

Load dump pulsen kommer att genereras av att en kondensator som är uppladdad till toppspänningen av pulsen och därefter urladdar sig på spänningsutgången. På så sett kommer pulsens form bestämmas av kondensatorns kapacitans, inre resistans och det nät som levererar pulsen. Då pulsen kommer att ha tre former enligt Volvo STD 515-0003, valdes att pulsen 5b skall vara grundpulsen och därefter applicera den på de andra två pulserna med en yttre påhängd zenerdiod för att dämpa toppspänningen. Oavsett vilken puls som genomförs, skall systemet vila i 60s mellan varje puls och repetera 5 gånger.

Table 7 Parameters of test pulse 5

Test pulse	Pulse 5a	Pulse 5b	Pulse 5c	
Applicability	12 V system	12 V system	24 V system	
Parameters	$V_s$ (V)	40	106	58
	$T_r$ (ms)	$\leq 5$	$\leq 5$	$\leq 5$
	$T_1$ (ms)	TBD	N.A.	160
	$T$ (ms)	600	400	600
	$R_i$ ( $\Omega$ )	0.7	1.2	$1.8 < R_i < 3.5$

N.A. Not Applicable

TBD To Be Discussed/Decided

5a Alternator with internal zener diode

5b Alternator without internal zener diode

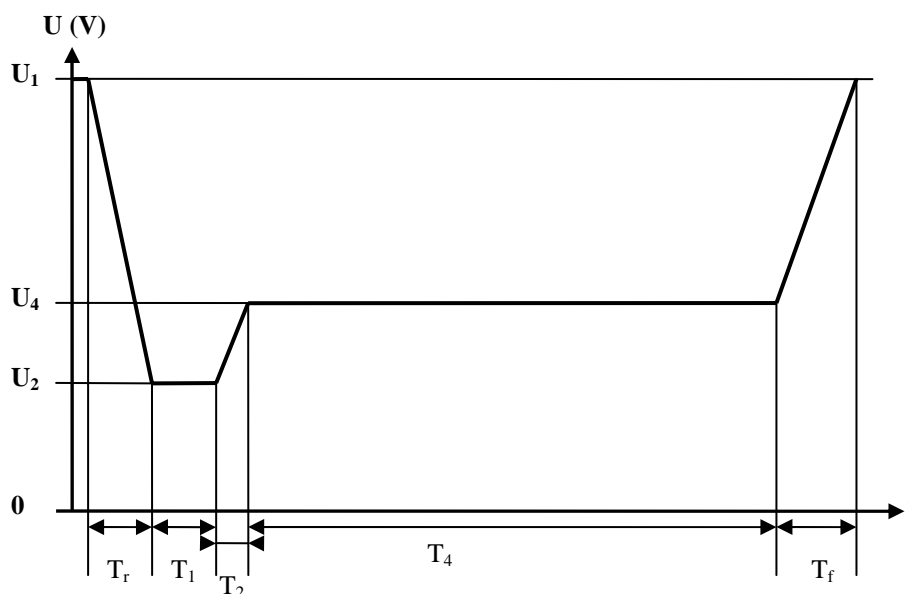
5c Alternator with internal zener diode

Tabell 2 Parametrarna för Load dump[1]

För att ändra den inre resistansen valdes att med reläer och ett enkelt resistornät kunna ha möjligheten att byta för respektive puls. Denna puls har simulerats, enligt ett lösningsförslag från Kitron, för att finna en lämplig kapacitans för kondensatorn samt övriga komponentvärden. Resultatet av simuleringen visar att idén fungerar, i teorin, och resultatet visas i el-schemaritningen som presenteras under kapitel 3.4.3.

### 3.2.2 Metodbeskrivning Cranking

För att förenkla konstruktionen av kretskort för Cranking valdes att förenkla pulsen Cranking. Jämfört med *Figur 4* sker förenklingen genom att från spänningsnivå  $U_2$  vid tiden  $T_2$  stiga till spännings nivå  $U_4$  och ligga kvar på denna nivå genom hela  $T_4$ . Tre likspänningsnivåer skall finnas tillgängliga och matas igenom till testobjektet. Till utgången switchas spänningsnivåerna med reläer som styrs av styrkortet efter tiderna  $T_r$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_4$ , och  $T_f$  definierade i Volvos std 515-0003. De två undre spänningarna behöver dioder för att skydda mot att parallellkoppla matningspänningar. ISO 7637-2 beskriver också Cranking pulsen enligt nedan figur.



*Figur 8 Förenklad Test puls 4, Cranking*

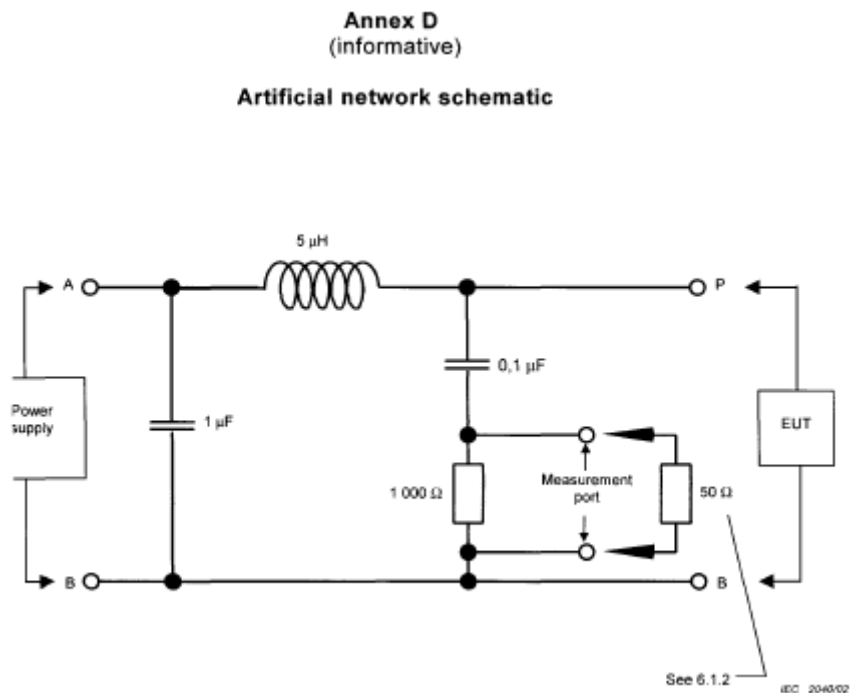
Ej kritiska moment i pulsen ansågs vara utseende på signalen under stigningar i spänningen samt vid fall i spänningen.

### 3.2.3 Metodbeskrivning Micro cuts

Denna test puls genereras genom att bryta spänningsmatningen till testobjektet under en tid, 10  $\mu\text{s}$ , 100  $\mu\text{s}$  eller 1000  $\mu\text{s}$ . Svårigheten med denna puls är att kunna både slå av en spänning och slå på den inom 10  $\mu\text{s}$ . Eftersom en testkomponent kommer att ha svårare att kunna lagra en energi för funktion under ett avbrott på 100  $\mu\text{s}$  eller 1000  $\mu\text{s}$ , så fokuseras på de två större tiderna för denna puls. Lämpligt är att använda halvledarreläer istället för mekaniska reläer då dessa är snabbare att kunna slå av/slå på spänningen.

### 3.2.4 Metodbeskrivning CTE

Enligt Volvo STD515-0003 så skall detta test genomföras med spänningsförsörjning till en komponent genom ett artificiellt nätverk enligt CISPR 25[4], se figur nedan.



Figur 9. Exempel på 5  $\mu\text{H}$  artificiellt nätverk

Med ett relä, internt i PSQS, kommer försörjningsspänningen till nätverket att kunna slås av och på. En egen utgång från PSQS kommer att finnas tillgänglig som är kopplad till "measurement port" i figuren ovan. Därefter får ett oscilloskop mäta de uppkomna transienterna.

## 3.3 Komponenter

Komponentvalet speglar kraven på strömtålighet genom apparaten som tillsammans med matningsspänningen även blir hög effekt.

### 3.3.1 Styrkort

Styrkortets huvudkomponenter består av en 8 bitars microprocessor, PIC18F4580 och av en hexavkodare och relädrivare. Mikroprocessorn får styrsignaler från knappar och ett hexvred på frontkortet och driver lysdioder på frontkortet och reläer på de två andra korten. Dessa komponenter valdes med hänseende på frontkortets signalkrav och reläernas krav. För att enkelt ha möjlighet att programmera samt debugga programmet i processorn kommer en modularkontakt att sitta bak på lådan, som är kopplad till programmerings pinnar på mikroprocessorn. Denna stödjer ICD2 "In Circuit Debugger" från Microchip.

### 3.3.2 Micro cuts, Cranking & CTE-kortet

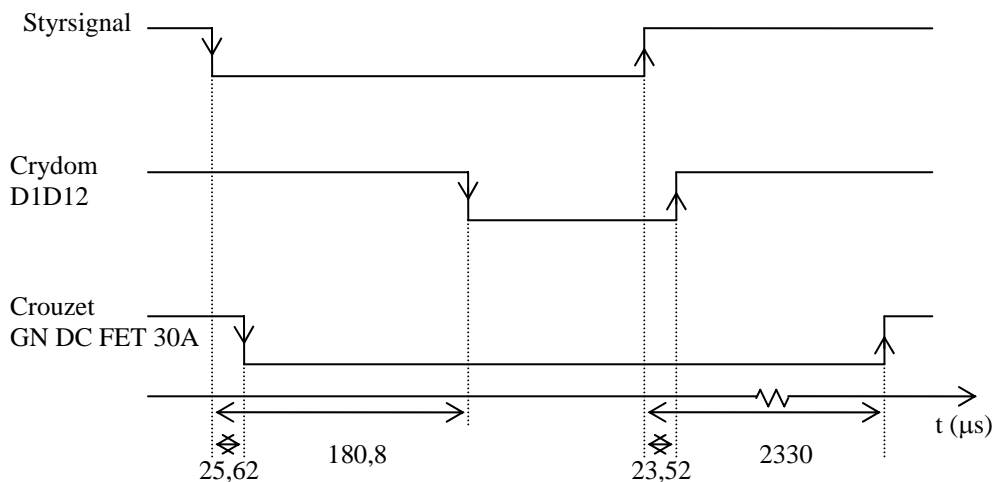
I Micro cuts och i Cranking handlar det om reläer som skapar pulserna, därför valdes också att dessa två pulser skulle dela kretskort och komponenter, CTE delen fick mest utrymme på detta kretskort jämfört med utrymmet på Load dump kretskortet. I Cranking väljs mellan tre olika spänningsnivåer som skall gå vidare till utgången, och i Micro cuts handlar det om att slå av och slå på spänningen inom en viss tid. Micro cuts pulsen har fått bestämma tidskraven på reläerna. Avbrottens längd ska vara 10  $\mu$ s, 100  $\mu$ s och 1000  $\mu$ s långa. Det är få reläer som klarar att slå ifrån och till på dessa tider, dock så finns det halvledarreläer som är mycket snabba. De halvledarreläer som har studeras är följande:

- Solid State Relay D1D12 från Crydom, 12A.
- GN DC solid state relay FET 30A från Crouzet.

<b>Mätningar med last</b>					
Frekvens: 125 Hz Låg: 1 ms Hög: 7 ms Spänning: 12 V					
<b>Motstånd(Ohm)</b>	<b>Crydom</b>		<b>Crouzet</b>		<b>(<math>\mu</math>s)</b>
	<b>Falltid</b>	<b>Stigtid</b>	<b>Falltid</b>	<b>Stigtid</b>	
680	192	25	24,4	1960	
33	184	27,2	22,8	2260	
15	176	17,4	23,4	2380	
6	172	18,6	24,2	2510	
3	180	19,9	22,8	2540	
<b>Medel</b>	180,8	21,62	23,52	2330	<b>(<math>\mu</math>s)</b>
<b>Enligt datablad (Max)</b>	1000	100	100	2	<b>(<math>\mu</math>s)</b>

Tabell 3 Mätningar av halvledarreläers svarstider

Eftersom Kitron hade en Crydom D1D12 relä i lager, undersöktes denna först, därefter införskaffades och undersöktes en Crouzet GN DC FET 30 A eftersom denna utlovade bättre stig/fall tider enligt databladet.

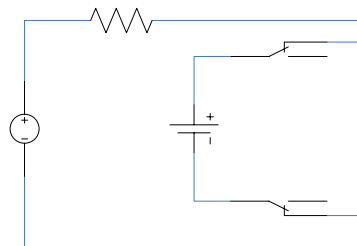


Figur 10 Halvledarreläernas svarstider

Från ovan figur, utläses att Crydom reläet är fördelaktigt i vårt fall, Micro cuts pulsens längd bestäms enbart av stigtiden på reläet. Däremot behöver styrkortet ta hänsyn till falltiden, som kan estimeras till ca 180  $\mu\text{s}$ . Notera att Crydoms D1D12 relä endast klarar en last av 12 A likström och efter mätningarna valdes Crydoms D1D40 modell ur samma serie, som klarar en last av 40 A likström. Micro cuts på 10  $\mu\text{s}$  kommer att uteslutas och istället fokuseras testerna på 100  $\mu\text{s}$  och 1000  $\mu\text{s}$ . Cranking-pulsens stig- och fall-tider är av storleksordningen ms, och med Crydom reläet kommer detta att vara helt acceptabelt. Eftersom halvledarreläerna är stora och behöver kylning så kommer de att placeras i lådan och kabelanslutats. För CTE-delen av kortet lindades en egen spole på 5  $\mu\text{H}$  i 4  $\text{mm}^2$  kabel som tål 30 A.

### 3.3.3 Load dump-kort

I detta kort passerar mycket ström och det ska generera en överspänning enligt Volvos standard för en Load dump puls på maximalt 106 V. Simuleringen av detta el-schema gav bl.a. att kondensatorn ska vara 37 mF. Den spänningsgeneratoren som är tänkt att användas för denna puls kan avge 106 V men har en strömbegränsning på 300 mA. Nedan visas en figur med laddningsdelen av kondensatorn i fråga.





Figur 11 Uppladdning av kondensatorn

Beräkning av laddningsmotståndet:

$\tau = R * C$ , där  $5 * \tau$  anses vara tiden för att uppladda en kondensator fullt.

Uppladdningstiden är som kortast,  $60 \text{ s} - 0,6 \text{ s} = 59,4 \text{ s}$ . Spänningsgenerators är strömbegränsad till 300 mA.

$$59,4 / 5 = R * 37e^{-3} \Rightarrow R = 320 \Omega$$

$$I_{\max} = U/R, I_{\max} = 106 / 320 = 331 \text{ mA}$$

Strömmen är för hög, måste vara under eller lika med 300 mA

Väljer därför  $R = 470 \Omega$ , då  $I_{\max} = 106/470 \Rightarrow I_{\max} = 225 \text{ mA}$ .

$$\tau = 470 * 37e^{-3} \Rightarrow \tau = 17,39 \text{ s}$$

$$5 * \tau = 86,95 \text{ s}$$

Laddningsmotståndet, på  $470 \Omega$ , i serie till kondensatorn strömbegränsar laddningsströmmen till 225 mA. Detta motstånd utvecklar maximalt ca 24 W och har därför valts till ett effektmotstånd på 25 W.

Beräkning av kondensatorns spänning efter uppladdning.

$$V_c / E = 1 - e^{(-t/RC)}, E = 106 \text{ V}, t = 59,4 \text{ s}, R = 470 \Omega, C = 37 \text{ mF}$$

$$V_c = E * (1 - e^{(-t/RC)}) \Rightarrow V_c = 106 * (1 - e^{(-59,4 / (470 * 37e^{-3}))}) = 102 \text{ V}$$

Spänningen över kondensatorn kommer istället att vara ca 102 V för varje Load dump puls. Möjliga kondensatorer från fabriken Evox Rifa, Serie PEH 200, att kombinera för att uppnå 37 mF.

Klass	100 V		350 V	
	Kapacitans	22 mF	15 mF	10 mF
Antal	1 st	1 st	3 st	1 st
Storlek Ø	65 mm	50 mm	90 mm	75 mm
Storlek L	105 mm	105 mm	145 mm	145 mm

Tabell 4 Kondensatorer från fabriken Evox Rifa, serie PEH 200

Med ovan antagande och med hänsyn till utrymmet som krävs i lådan har det valts att använda en 22 mF och en 15 mF kondensator ur 100 V klassen. Load dump toppen kommer inte att nå 106 V, utan ca 102 V. Det antages att kondensatorerna kommer att klara av 2 % överstigning av dess klassificering. Kondensatorerna kommer att placeras i lådan och kabelanslutats till kretskortet. Resistornätet består av resistorer och reläer som väljer en resistorer enligt tre alternativ 0,68  $\Omega$  1,15  $\Omega$  och 3,38  $\Omega$ . Dessa motstånd har en momentan hög effektförbrukning när pulsen startas, enligt simuleringen så utvecklar några motstånd ca 2 kW, och därför har dessa motstånd och vissa andra som finns i nätet valts till effektmotstånd på minst 50 W. För att starta urladdningen används en tyristor vars styrelektrod styrs av mikroprocessorn. För att skydda processorn vid möjliga felaktigheter är mikroprocessorn och styrelektroden galvanisk skilda med en optokopplare med tanke på de höga spänningar som kommer att existera på kortet vid funktion.

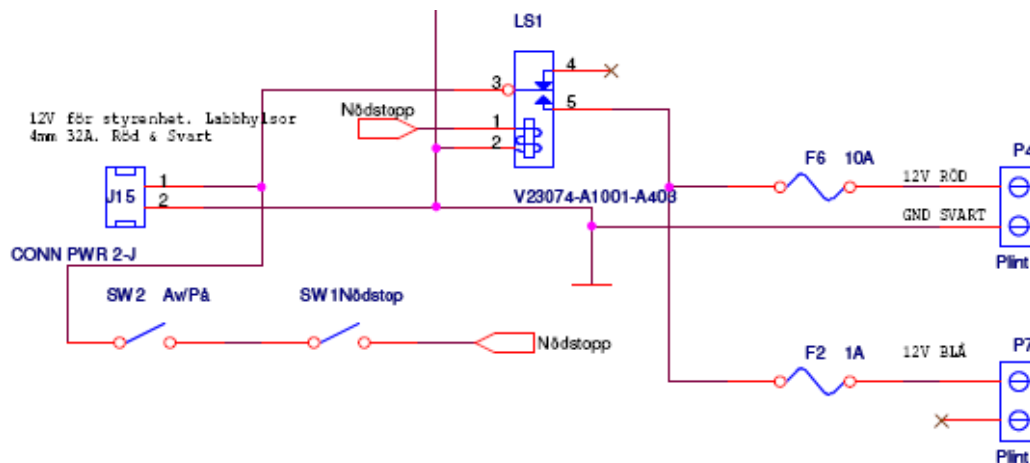
### 3.3.4 Frontpanelkort och övriga komponenter

Frontpanelkortet består av 6 lysdioder, 6 knappar och ett hexvred och har till uppgift att stimuleras av användare och återger information till användaren. Övriga komponenter är monterade i lådans insida och kabelanslutna. Dessa komponenter är säkerhetskomponenter såsom säkringar på ingångar, nödstopp och reläer som kopplar ifrån matningsspänningen.

## 3.4 Kretskortslayout och el-schema

Studier av kort som Kitron konstruerat med PIC18 processorer låg till grund för styrkortets konstruktion. I enlighet med utvecklingsspecifikationens krav på användargränssnitt togs en frontpanel fram med tillhörande komponenter. Frontpanels kretskort ritades efter att frontpanelens utseende hade fastställs.

Alla el-scheman är ritade i programmet OrCAD Capture. Eftersom konstruktionen kan innehålla, när den är påslagen, kontinuerlig strömförsörjning på upp till 30 A så har alla ingångar säkringar och reläer som kan bryta ingångsspänningarna.



Figur 12 Principen för ingångsreläernas funktion

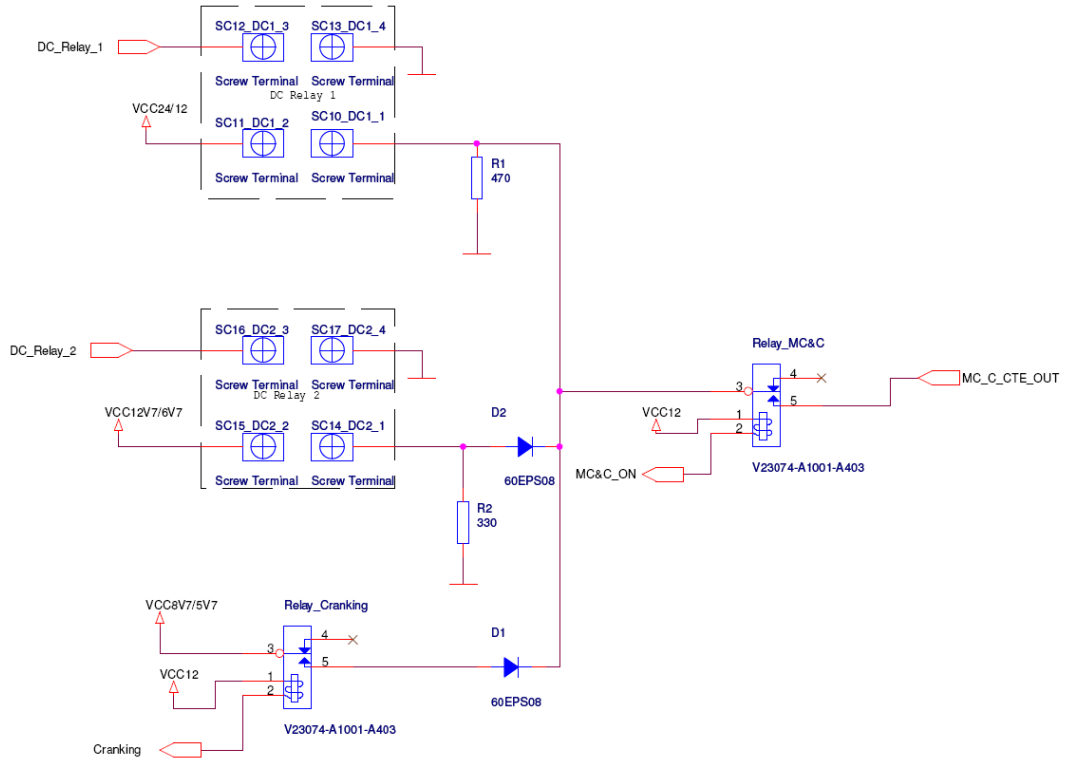
Ingångsreläerna styrs av en 12 V signal, ovan kallad Nödstop, som tillåter att stänga reläerna till kretskorten då endast On/Off knappen är påslagen och nödstoppsknappen inte är intryckt. Respektive utgångar på kretskorten styrs av utgångsreläer som bryter kontakten då matningsspänning bryts in till korten. Kretskorten är av storleken 100 mm x 160 mm, förutom frontkorten som minskats ner för att passa till frontpanelen. Bilagan "El-schema" innehåller alla el-scheman som gjorts för detta examensarbete.

### 3.4.1 Styrkort

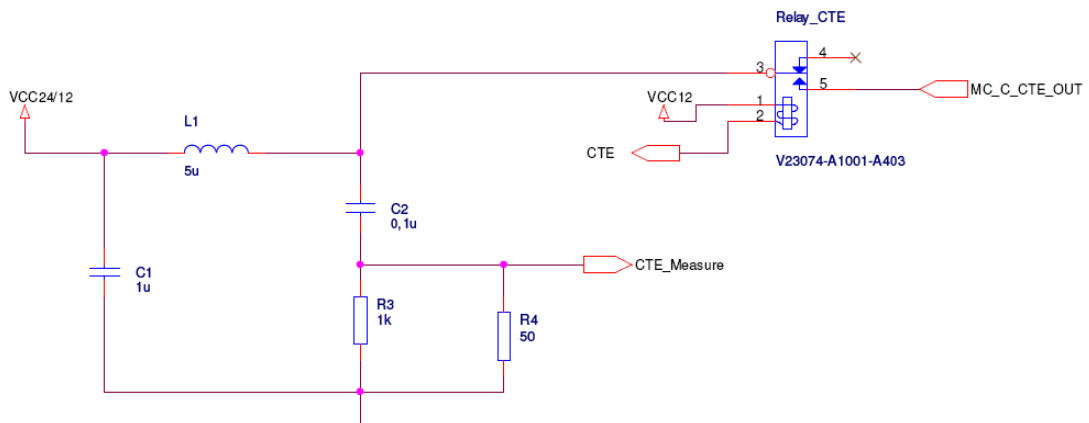
Styrkortet är det första kortet som konstruerades, här definierades gränssnitt mellan de olika korten i PSQS:en. Kortets konstruktion togs fram med hjälp av tidigare projekt där Kitron hade använt sig av PIC18 som CPU.

### 3.4.2 Micro cuts, Cranking & CTE-kort

Detta kort innehåller inte mycket mer än några reläer, halvledarreläer och passiva komponenter. En del skruvplintar placerades för att kabelansluta halvledarreläerna och respektive ingångar och utgångar. En 9 pinnars D-sub kontakt är gränssnittet mellan detta kort och styrkortet. Detta korts funktion styrs enbart av reläerna. Halvledarreläerna har en minimal lastström på 20 mA, vilket har tagits i hänsyn och reläerna har fått en resistans till jord.



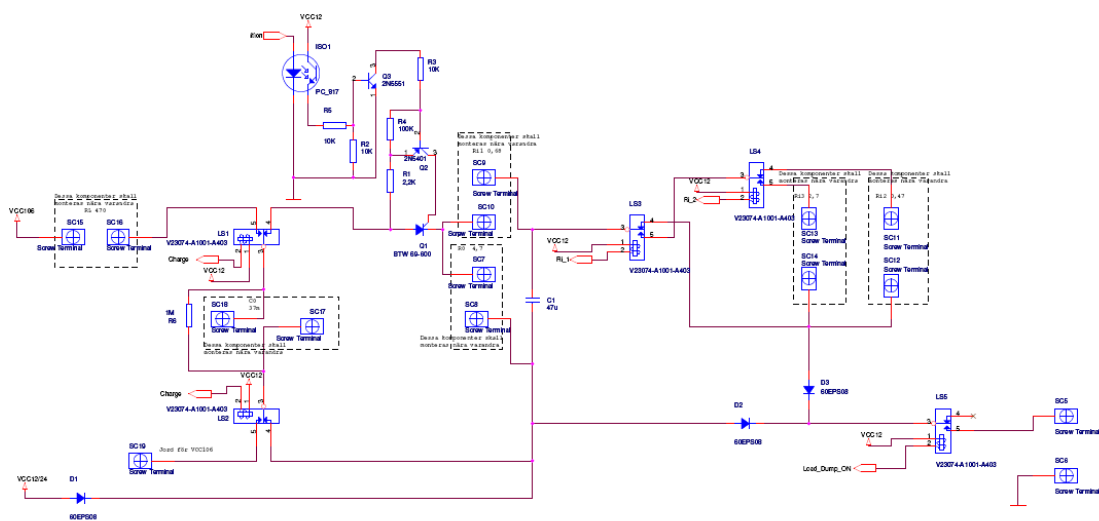
Figur 13 Micruts och Cranking el-schema



Figur 14 CTE el-schema

### 3.4.3 Load dump-kort

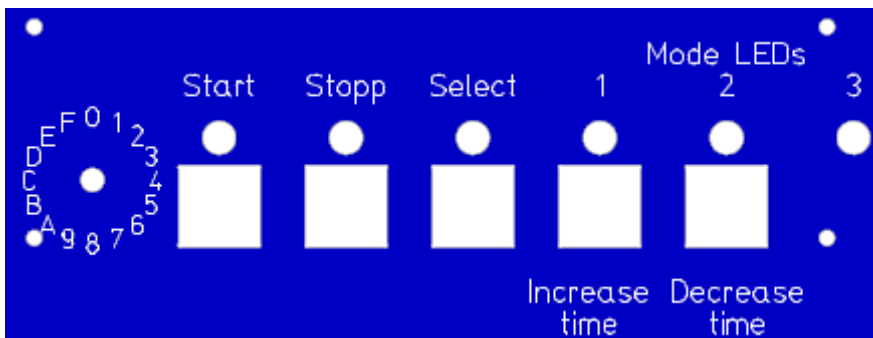
Detta kort har reläer som kopplar kondensatorerna till den yttre spänningskällan för uppladdning eller till nätet för urladdning. Val av inre resistans sker också med reläer. Gränssnittet till styrkortet är även på detta kort en 9 polig D-sub kontakt som innehåller styrsignaler för reläerna samt signalen för tyristorns styrelektrod. Skruvplintar har använts för komponenterna som kabelansluts till detta kort och för respektive ingångar och utgångar. Vid avstängning av PSQS, bryts spänningsutgången från kortet och kondensatorn kopplas till kortet. En resistor på 1 MΩ, implementerades parallellt med kondensatorn för att ladda ur den om den skulle vara uppladdad vid en avstängning.



Figur 15 Load dump el-schema

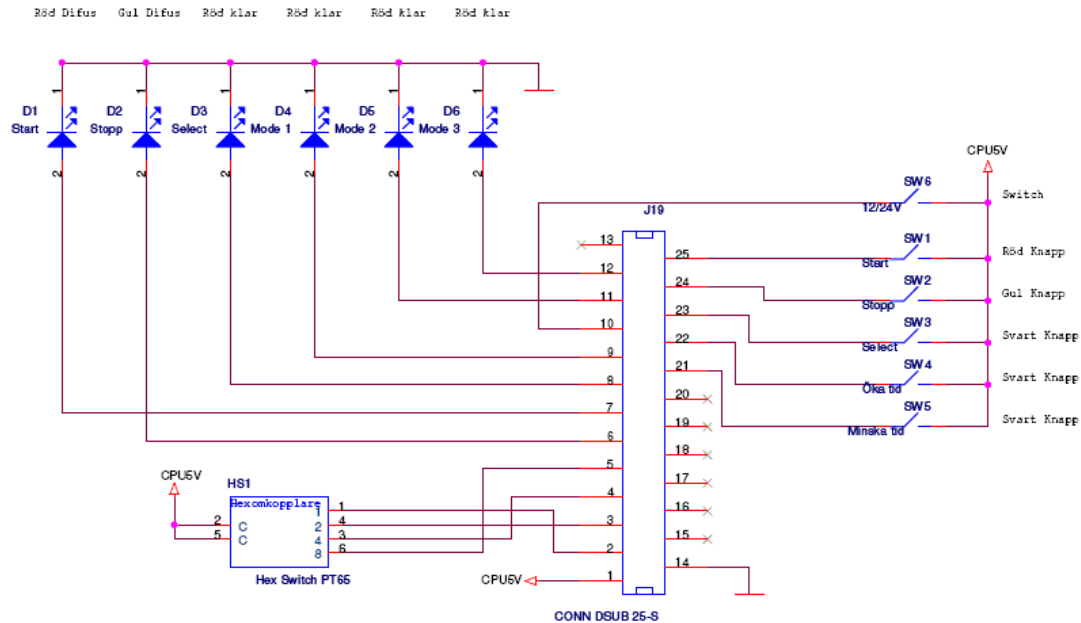
### 3.4.4 Frontpanelkort

Kretskortet togs fram efter att utseende och placering av knappar, vred och lysdioder hade fastslagits på frontpanelen. Figuren nedan visar den del av frontplåten som frontkortet sitter bakom. Lysdiod nr 3 fick hamna utanför kretskortet och skall kabelanslutas till kretskortet. Knappen för 12/24 V fick också hamna utanför kretskortet och skall kabelanslutas.



Figur 16 Frontkortets del i frontpanelen

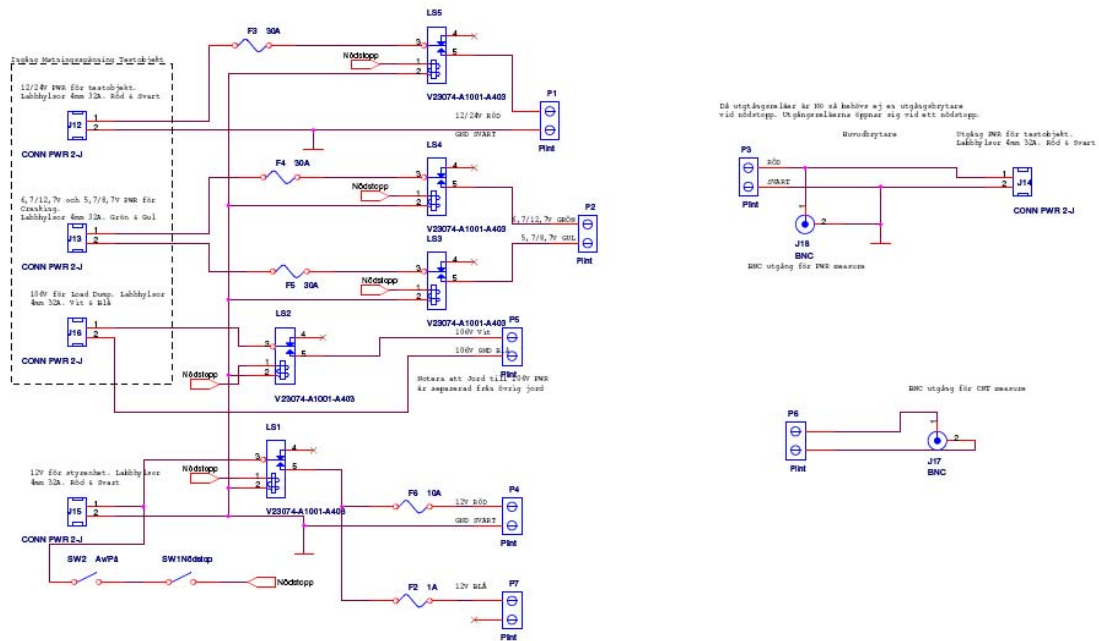
Frontkortet ansluts till styrkortet med hjälp av en 25-polig D-sub kontakt som innehåller 5 V spänningsmatning, signaler till lysdioder och signaler från knappar och ett hexvred.



Figur 17 Frontpanel kortets el-schema

### 3.4.5 Kopplingschema box

Kopplingschemat innehåller nödstopp och reläer för matning till de olika modul korten samt säkringar och utgångar för matning och mätning. Alla säkringar valdes att placeras i en säkringshållare för fordonsreläer på baksidan av lådan, tyvärr har inga fordonssäkringar hittas för lägre än 1 A. Därför valdes att 106 V ingången, som är strömbegränsad av spänningsgeneratoren till 300 mA, skulle inte använda en säkring. Reläerna gör så att vid ett nödstopp eller avstängning så bryts all ingående och utgående spänning.

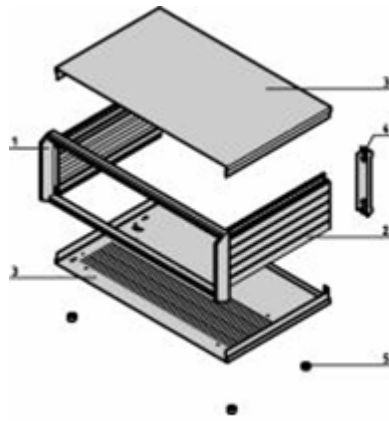


Figur 18 Kopplings el-schema för ingångar och utgångar

Komponenter som kabelansluts till respektive kort är inte med på detta kopplingschema för de ansågs självklara till respektive el-schema.

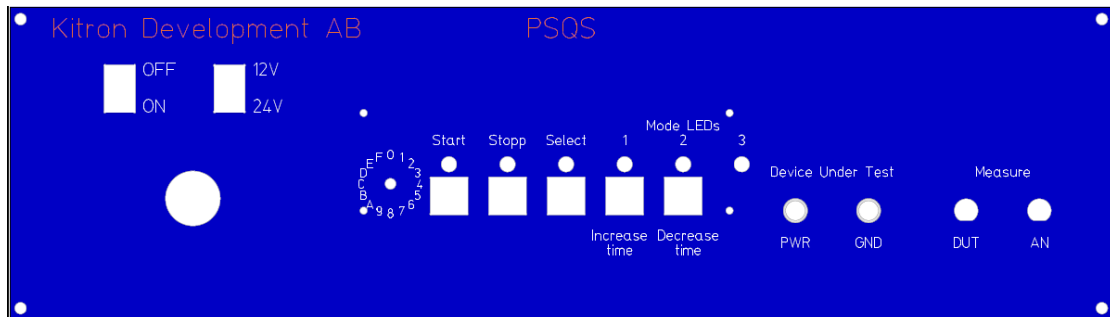
### 3.5 Låd konstruktion & Frontpanel

Kretskorten är av storleken 100x160 mm, enkel europakortformat. Med enkel europakortformat menas att bredden är 100 mm och längden kan väljas mellan 160 mm och 220 mm. En 19" rack modulbaserad låda av märket Propac från Schroff valdes med 3 HE, Höjd Enheter, och med interna skenor passar den till enkel europakort format. Lådan är i hopsatt av två sidoplåtar, 2 skenor baktill, en fronthållare, en topplåt och en bottenplåt. Utöver det har 4 skenor monterats internt för att bära kretskorten med kretskortsgejdrar samt två stycken större kondensatorer. De två sidoväggarna håller större komponenter som halvledarreläerna och effektmotstånd där dessa komponenter kan även kylas av sidoplåten. I bakplåten har labbkontakter för spänningsmatning, säkringshållare samt ett modularjack för programmering av processorn och en säkringshållare monterats.



Figur 19 Propac lådans uppbyggnad

Det beställdes även en frontpanel med designen enligt figuren nedan tänkt att monteras med knappar, nödstoppsknapp, labbkontakter för spänningsuttag till testobjektet och BNC kontakter för oscilloskop anslutning.



Figur 20 Frontpanelen

### 3.6 Styrprogram

Styrprogrammet i PSQS är loop/interrupt baserat. Programmet känner av hur vred och vippströmställare är ställda och går in i en evig loop och väntar på start signal. När en strömställare ändras genereras ett interrupt och ett värde lagras i en variabel. Main satsen består i huvudsak av en evig while-sats med en switch-sats där det bestäms vilket test som ska köras, beslutet baseras på i vilket läge hex-strömställaren befinner sig i. När PSQS startas upp körs även ett litet test där alla lysdioder tänds upp och är tända en liten stund.

I switch-satsen finns fem olika case, där alla test har var sin del samt en default om strömställare skulle hamna på ett case som inte finns angivet. Om detta sker börjar alla lysdioder på frontpanelen att blinka. I case-satserna för testerna är det möjligt att justera tiderna då all fördröjning använder sig av fördröjningsfunktioner som körs x antal gånger beroende på hur länge man vill vänta. Stämmer inte tiderna är det bara till att justera detta och kompilera om koden.

Programmet är skrivit i MPLAB och Microchips PIC18 kompilator.



## 4 Resultat

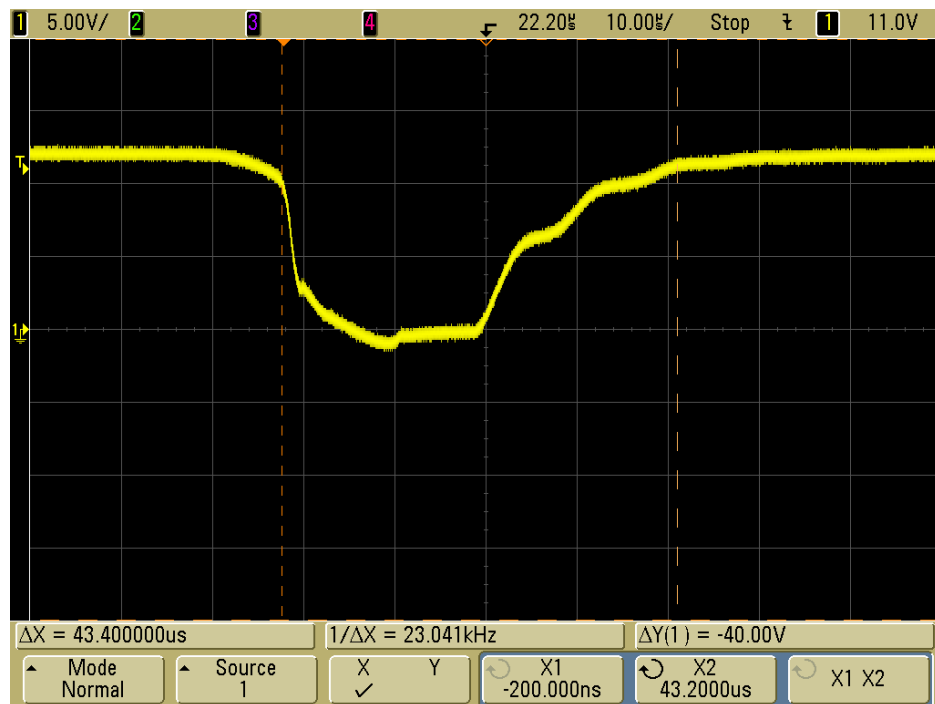
Mjukvara och hårdvara har visat sig att fungera bra ihop, dock har det visat sig problem med att repetera pulsen Load dump. Tanken är att pulsen skall repeteras fem gånger, men istället får man manuellt köra pulsen fem gånger. Varför det är så har det inte funnits tid till att fastställa inom ramarna för detta examensarbete. Mistankar finns att det rör sig om EMC problem och att processorn startar om sig när pulsen körs. Vid debugging av processorns mjukvara har detta fel inte visat sig, utan uppmärksammades först vid testkörning av PSQS.

Strömtåligheten genom apparaten blev ej 30 A vid 24 V som målet var, utan visade sig bli 25 A vid 24 V. Detta beror på att vi använde reläer som Kitron hade i lager som inte tål mer än 25 A kontinuerlig ström. PSQS fick genomgå ett effekttest, där PSQS enbart levererade ström och spänning utan någon puls till ett effektmotstånd. Effektprovkörningen av PSQS:en visade effekttåligheten att vara ca 900 Watt (30 A vid 30 V), strax över denna effekt så smälte ett mekaniskt relä invändigt. I enlighet med kravspecifikationen är PSQS relativt lätthanterlig då den väger ca 20 kg och har öppningsbara lock. Ej enligt kravspecifikation har lådan inte en rymlig inredning. Med alla kabelanslutningar och komponenter fästa direkt i lådan så åtgick en majoritet av utrymmet. De externa spänningsförsörjningarna som behövs för att använda PSQS är sex olika, vilka inspänningar som behövs bestäms av vilka testpulser som skall användas och detta finns beskrivet i manualen för PSQS.

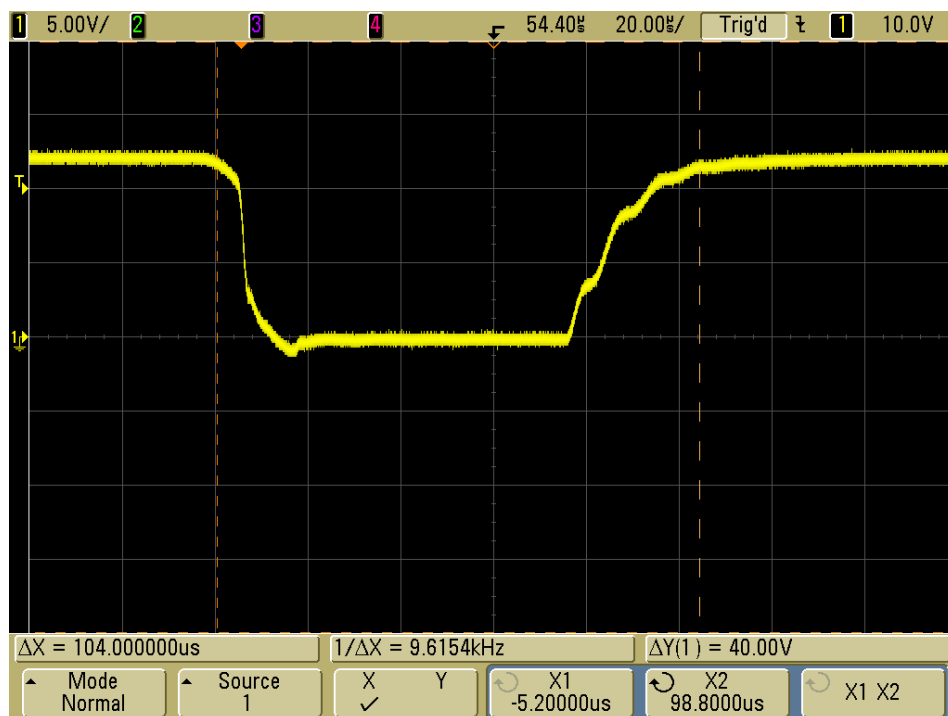
### 4.1.1 Styrkort

Vissa komponenter som finns med på schemat är inte monterade då de inte används i styrprogrammet, dock finns det möjlighet att montera dessa och programmera om CPU:n. Oanvända pinnar på CPU:n har lyfts ut för att möjliggöra framtida bruk och modifieringar. På vissa av dessa sitter det drivsteg som kan sänka ström.

## 4.1.2 Micro cuts, Cranking &amp; CTE-kortet

Figur 21 Mätning Micro cuts på 43  $\mu$ s

Figuren ovan och nedan visar Micro cuts obelastad, Micro cuts på kortast möjliga tid blev på 43  $\mu$ s och detta beror på tiden det tar för halvledarreläerna att bryta kontakt och sedan sluta kontakt.

Figur 22 Mätning Micro cuts på 100  $\mu$ s

Micro cuts på 100  $\mu\text{s}$  visade sig stämma bra, denna avbrottstid visade sig bli 104  $\mu\text{s}$  som bäst. Avbrottstiden för micro cuts på 1000  $\mu\text{s}$  visade sig bli 1024  $\mu\text{s}$  som bäst. I programvaran finns det möjligheter till att justera dessa tider om man anser att de inte är tillräckligt precisa.



*Mätning av CTE test vid påslagning av en komponent.*

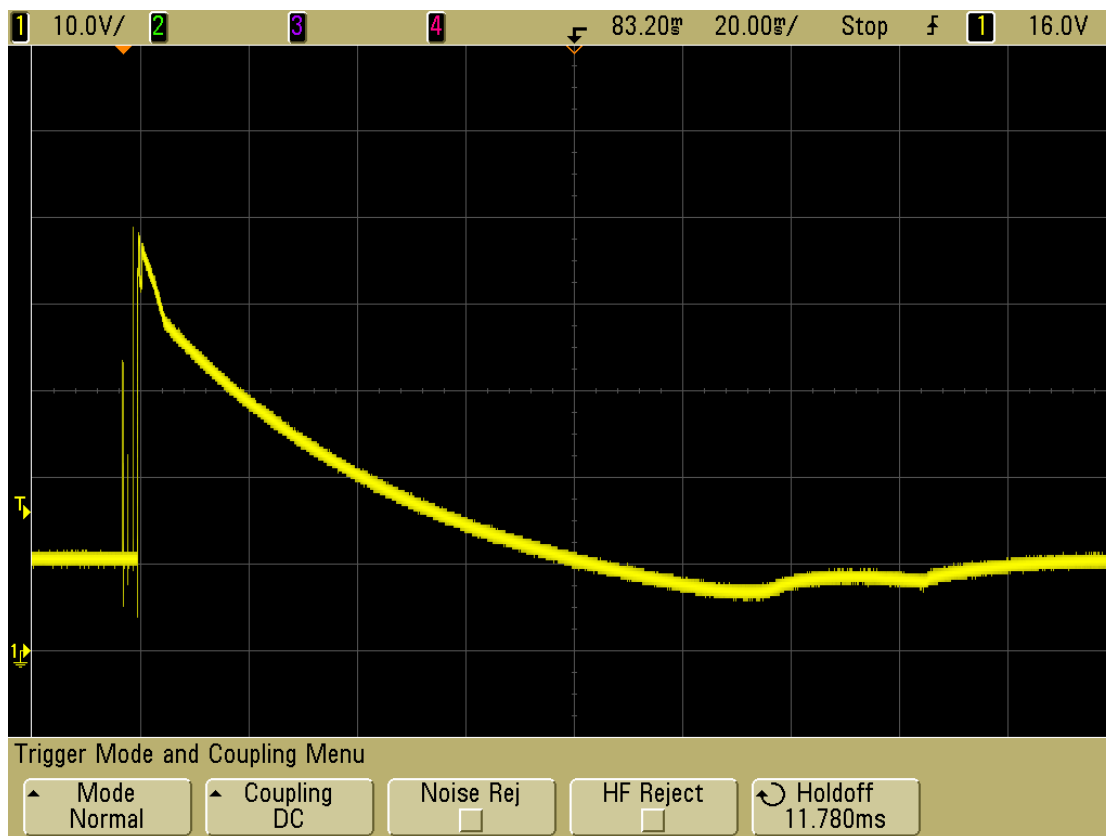
Från ovan figur visas en påslagning av en komponent och störningen den avger via det artificiella nätverket på CTE delen av detta kort. I bilden ovan visar den undre signalen komponentens spänningsnivå och den övre signalen visar störningarna den avger via det artificiella nätverket. I bilden nedan visas samma test av en komponent fast vid en avslagning istället.



*Mätning av CTE test vid avslagning av en komponent.*

#### 4.1.3 Load dump-kort

Vid provkörning av pulsen visade sig kondensatorerna att laddas upp till ca 98 Volt på 60 s. Den beräknade spänningen skulle bli 102 V på 59,4 s, variationen bör bero på toleranserna på motstånden och kondensatorerna samt att vid beräkningarna så togs ingen hänsyn till urladdningsresistorn parallellt mot kondensatorerna samt kondensatorernas självurladdning. Nedan visas en exempelbild på en belastad Load dump puls från 12 V.



Mätning av Load dump puls.

#### 4.1.4 Frontpanelkort och övriga komponenter

Frontpanelkortet passade in i frontpanelen, dock så fick en lysdiod hamna utanför kretskortet och kabelanslutas till kretskortet. Frontpanelens komponenter passade utan problem i de borrarade och urskurna hålen. Bakplåten fick bearbetas för dess komponenter och de passade också bra in.

#### 4.1.5 Sammanfattning

Enligt Volvo STD 515-0003, är pulserna, dock ej Conducted transient test, karakteriserade av att vara obelastade, dvs. att spänningarna är öppen loop spänningar. Därmed kan PSQS utföra Micro cuts för 100  $\mu$ s och för 1000  $\mu$ s utan anmärkning. Cranking pulsen fungerar utan anmärkning och även Conducted transmission testet fungerar utan anmärkning. Load dump pulsen, version 5b, når inte 106 V utan 98 V istället. För övriga versioner fungerar Load dump pulsen utan anmärkning då det är en begränsad toppspänning.

## **5 Slutsats och diskussion**

När projektet påbörjades underskattades tidsåtgången radikalt, vi har nog lagt ner mer än dubbelt så mycket tid som tänkt. Saker som vi har reflekterat över i efterhand är bland annat att vi borde ha valt ut en puls och studerat den mera noggrant samt vilka effekter störningarna kan få av den i fordons elektronik. Tiden för att konstruera lådan som elektroniken är inbyggd i sprang i väg och skulle vi göra om det så hade vi valt att göra endast en funktionsprototyp som Kitron kunde ha vidareutvecklat.

Saker som vi anser att man bör se över om PSQS:en ska användas i Kitrons utvecklingsarbete är Load dump kortet bör justeras så att repetitionerna stämmer, i dagsläget fungerar allt när man simulerar programmet dock så fungerar det inte i praktiken då det inte sker någon repetition. Även möjligheten att justera PSQS:en för andra fordonstillverkarens krav är något man bör titta på.

PSQS:en har möjligheter att byggas ut och justeras. Önskar man att implementera flera pulser finns det plats på styrkortet då det finns lediga pinnar på processorn och visst ledigt utrymme i lådan. För en högre effekttålighet kan man enkelt byta ut de reläer som har använts, då alla reläer är monterade i socklar.

Gränssnittet mellan styrkortet och pulsgenereringskorten kunde ha varit universiell istället för ett eget definierat gränssnitt för varje kort. Skulle styrkortet också kunna slå av och slå på drivspänning till varje pulsgenereringskort skulle samma styrsignaler kunna delas till varje kort. Det skulle förenkla installation av nya kretskort, dock får varje kretskort innehålla egna drivkretsar för reläer och liknande.

Load dump kortet skulle behöva designas om så att det inte begränsas av spänningsgeneratoren som är tänkt att driva den. Detta så att Load dump pulsen 5b kan utföras utan begränsning. Micro cuts på 10  $\mu$ s ansågs inte vara viktig att kunna utföras, om Micro cuts på 10  $\mu$ s önskas till en framtida version så behövs en ny design av pulsgenereringen då halvledarreläerna ej kan prestera tillräckligt bra.

Skulle Volvo uppdatera sin standard, så att testpulsernas gränser ändras, så behöver PSQS göras om för att passa den nya standarden.

## 6 Referenser

- [1] Volvo STD 515-0003 "Electro-magnetic compatibility, EMC" May 2006,  
<http://www.tech.volvo.se/standard/docs/515-0003.pdf> (Acc 2007-09-24)
- [2] SP "e-märkning av fordon och fordons- komponenter med avseende på  
EMC"  
<http://www.sp.se/sv/index/services/EMC/Sidor/e-markning.aspx> (Acc-2007-09-24)
- [3] SS-ISO7637-2:2004 Utgåva 2 "Vägfordon – Ledningsbundna och kopplade  
elstörningar"
- [4] CISPR 25 "Radio disturbance characteristics for the protection of receivers  
used on board vehicles, boats, and on devices – limits and methods of  
measurements". International Electrotechnical Commission.

## 7 Sökord

### *A*

Arching transient in mechanical switch..... 14

### *C*

Cranking ..... 14, 19, 21, 25, 32

CTE ..... 20, 21, 25, 33

Conducted transient emission ..... 12

### *E*

El-schema ..... 24

### *H*

halvledarreläe ..... 21

### *K*

Kretskort..... 24

### *L*

Load dump ..... 15, 18, 22, 27, 31, 34

### *M*

Micro cuts ..... 16, 20, 21, 25, 32

### *P*

Power-supply with battery ..... 16

PSQS..... 17, 25

### *S*

Styrkort ..... 21, 31

Switching of an inductive load in parallel..... 12

Switching of an inductive load in series ..... 13



## **8 Bilagor**

- Bilaga 1 Utvecklingsspecifikation
- Bilaga 2 El-scheman
- Bilaga 3 Manual
- Bilaga 4 Ritning frontpanel

<b>Kitron AB</b>		Dokumentnamn/Document name <b>UTVECKLINGSSPECIFIKATION</b>	
Utfärdare/Issued by <b>Edward Nordström, Johan Ahlström</b>	Datum/Date <b>06-04-2006</b>	Benämning/Denomination <b>PSQS</b>	
Granskad av/Checked by <b>XXX, &lt;Förnamn Efternamn&gt;</b>	Datum/Date	Dokumentnummer/Document No <b>20XXX_YYYYY</b>	Infoklass/Classification <b>(I)</b>
Godkänd/Approved by <b>XXX, &lt;Förnamn Efternamn&gt;</b>	Datum/Date	Utgåva/Issue <b>1</b>	Sida/page <b>1(12)</b>

Fördelning/To

För kännedom/For information

**Utvecklingsspecifikation 20XXX\_YYYYY för projekt:  
POWER SUPPLY QUALITY SIMULATOR (PSQS)**

Dokumentnamn/Document name <b>UTVECKLINGSSPECIFIKATION</b>	
Dokumentnummer/Document No 20XXX_YYYYY	Infoklass/Classification <b>(I)</b>
Utgåva/Issue 1	Sida/page 2(12)

## ÄNDRINGSFÖRTECKNING *RECORD OF CHANGES*

Ändringsnr <i>Revision No</i>	Datum <i>Date</i>	Signatur <i>Signature</i>	Beskrivning <i>Description</i>
P1A	2006-03-08	JKR	Preliminary issue
P1B	2006-04-07	EDN	

Dokumentnamn/Document name <b>UTVECKLINGSSPECIFIKATION</b>	
Dokumentnummer/Document No 20XXX_YYYY	Infoklass/Classification <b>(I)</b>
Utgåva/Issue 1	Sida/page 3(12)

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>OMFATTNING .....</b>	<b>5</b>
1.1	Identifikation .....	5
1.2	Systemöversikt .....	5
1.3	Dokumentöversikt .....	5
<b>2</b>	<b>TILLÄMPBARA DOKUMENT.....</b>	<b>5</b>
2.1	Uppdragsgivares handlingar.....	5
2.1.1	Specifikationer .....	5
2.1.2	Standarder .....	5
2.1.3	Underlag.....	6
2.1.4	Övriga dokument .....	6
2.2	Övriga handlingar.....	6
2.2.1	Specifikationer .....	6
2.2.2	Standarder .....	6
2.2.3	Ritningsunderlag .....	6
2.2.4	Övriga dokument .....	6
<b>3</b>	<b>KRAV .....</b>	<b>6</b>
3.1	Definition av huvudenhet.....	6
3.1.1	Blockschema .....	6
3.2	Definition av gränssytor .....	6
3.2.1	Externa gränssytor .....	6
3.2.2	Interna gränssytor .....	7
3.2.3	Lista över huvudkomponenter .....	7
3.2.4	Definition av ISO-Pulser.....	7
3.3	Egenskaper .....	10
3.3.1	Prestanda .....	10
3.3.2	Fysiska egenskaper .....	10
3.3.3	Funktionssäkerhet .....	10
3.3.4	Underhållsmässighet .....	10
3.3.5	Miljöförhållanden .....	10
3.3.6	Transportbarhet .....	10
3.3.7	Identitetsmärkning .....	10
3.3.8	Fackmannamässighet .....	11
3.3.9	Utbytbarhet .....	11
3.4	Konstruktionsriktlinjer .....	11
3.5	Dokumentation.....	11
3.6	Säkerhet.....	11
3.7	Allmänt.....	12
3.7.1	Speciella prov och verifieringar.....	12
3.7.2	Ansvar för verifieringar .....	12
3.7.3	Valideringar .....	12
3.7.4	Ansvar för valideringar .....	12
3.8	Kontroll av kvalitetsöverensstämmelse.....	12

Dokumentnamn/Document name <b>UTVECKLINGSSPECIFIKATION</b>	
Dokumentnummer/Document No 20XXX_YYYY	Infoklass/Classification <b>(I)</b>
Utgåva/Issue 1	Sida/page 4(12)

<b>4</b>	<b>LEVERANSKLARGÖRING .....</b>	<b>12</b>
4.1	Följande skall levereras.....	12

Dokumentnamn/Document name <b>UTVECKLINGSSPECIFIKATION</b>	
Dokumentnummer/Document No 20XXX_YYYYY	Infoklass/Classification <b>(I)</b>
Utgåva/Issue 1	Sida/page 5(12)

## 1 OMFATTNING

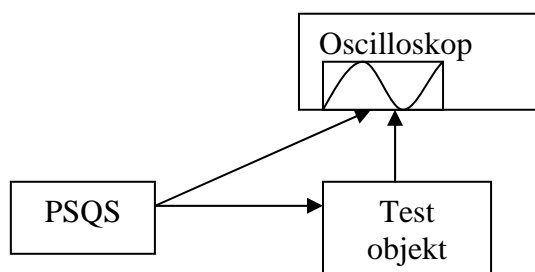
### 1.1 Identifikation

Denna systemspecifikation definierar kraven på PSQS (Power Supply Quality Simulator) som en enhet.

### 1.2 Systemöversikt

Systemet skall innehålla en programmeringsbar mikrokontroller, tryckknappar skall användas för indata, testobjekt skall kopplas till PSQS via isolerade kablar som tål 30A och ett oscilloskop skall kopplas till testobjekt för utdata.

PSQS matas med 12V eller 24V.



### 1.3 Dokumentöversikt

De elektriska kraven på utgången på PSQS beskrivs i kapitel 3.2.4.

## 2 TILLÄMPBARA DOKUMENT

### 2.1 Uppdragsgivares handlingar

Följande handlingar av specificerad utgåva utgör en del av denna specifikation till den omfattning som här anges. I händelse av motstridiga uppgifter i handlingar som åberopas här och innehållet i denna specifikation, skall innehållet i denna specifikation gälla.

#### 2.1.1 Specifikationer

#### 2.1.2 Standarder

Volvo STD 515-0003

CISPR25

ISO 7637-2

Dokumentnamn/Document name <b>UTVECKLINGSSPECIFIKATION</b>	
Dokumentnummer/Document No 20XXX_YYYYY	Infoklass/Classification <b>(I)</b>
Utgåva/Issue 1	Sida/page 6(12)

## 2.1.3 Underlag

## 2.1.4 Övriga dokument

## 2.2 Övriga handlingar

Följande handlingar av specificerad utgåva utgör en del av denna specifikation till den omfattning som här anges. I händelse av motstridiga uppgifter i handlingar som åberopas här och innehållet i denna specifikation, skall innehållet i denna specifikation gälla.

### 2.2.1 Specifikationer

### 2.2.2 Standarder

### 2.2.3 Ritningsunderlag

Schemaritning över styrkortet [mojäng.pdf](#)

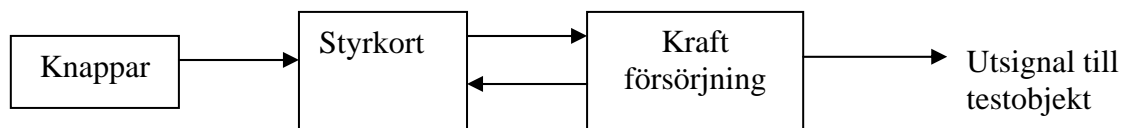
### 2.2.4 Övriga dokument

## 3 KRAV

### 3.1 Definition av huvudenhet

Ett styrkort som stimuleras av knappar, en kraft försörjningsenhet som innehåller moduler för att generera de olika ISO-pulserna.

#### 3.1.1 Blockschema



### 3.2 Definition av gränsytor

#### 3.2.1 Externa gränsytor

Kraftiga spänningsmatningsanslutningar, 1, 2 eller 3 olika.

Spänningsutgång av stimulerad matning.

50R BNC anslutning till osciloscopmätning av utspänning.

1 programmeringsanslutning per styrkort.

Dokumentnamn/Document name <b>UTVECKLINGSSPECIFIKATION</b>	
Dokumentnummer/Document No 20XXX_YYYY	Infoklass/Classification <b>(I)</b>
Utgåva/Issue 1	Sida/page 7(12)

Tryckknappar för aktivering av stimuli.

Spänningsmatning till styrkort och kraftförsörjaren.

### 3.2.2 Interna gränssytor

Kontaktidon för koppling mellan styrkort till kraftförsörjning.

### 3.2.3 Lista över huvudkomponenter

Styrkort med uP

Halvledarrelä

Diod

Kylning

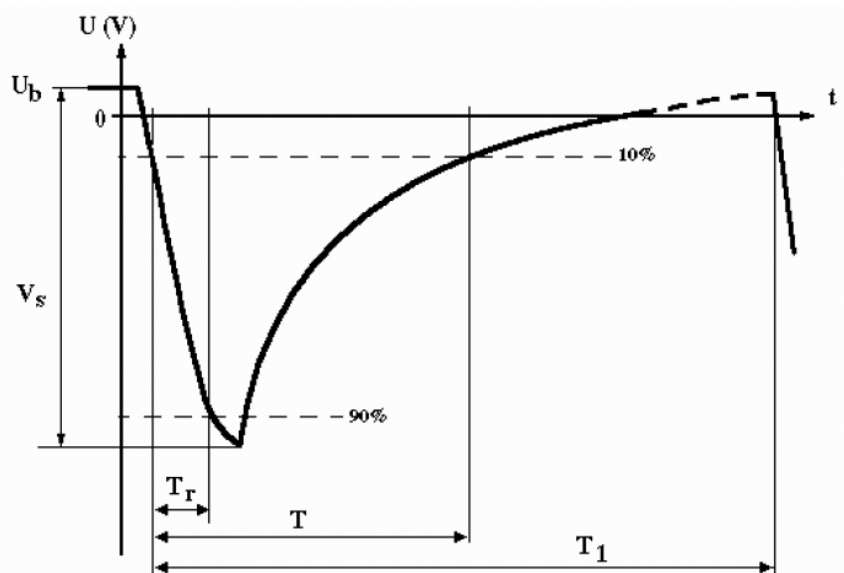
Mekaniskt relä

Låda

### 3.2.4 Definition av ISO-Pulser

Definitionerna av ISO-Pulser är hämtade ur VOLVOs standarder STD 515-0003. Dessa pulser skall generas av PSQS:en. Avviker detta dokument från VOLVOs std 515-0003 skall VOLVOs std 515-0003 gälla.

Testpuls 1. Uppkommer vid urkoppling av parallell induktiv last. T.ex. avstängning av en likströmsmotor.

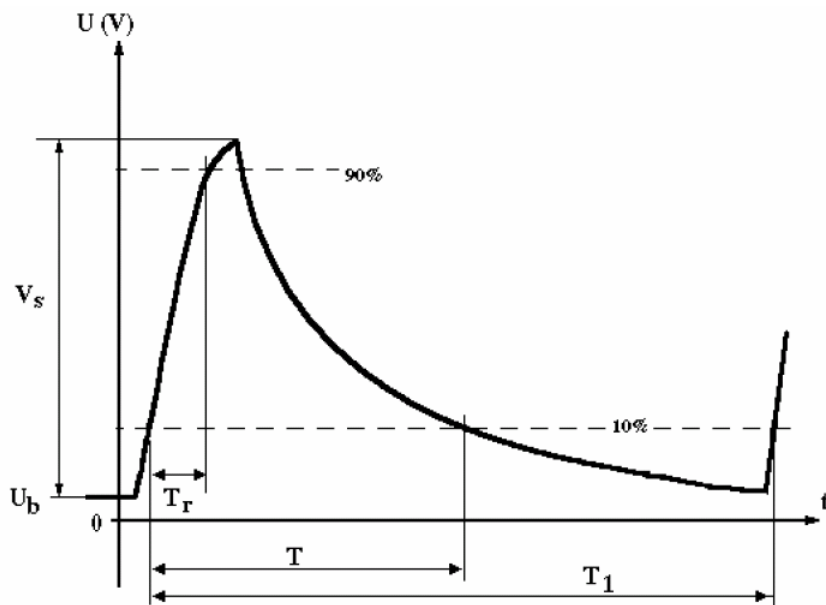


Testpuls 2

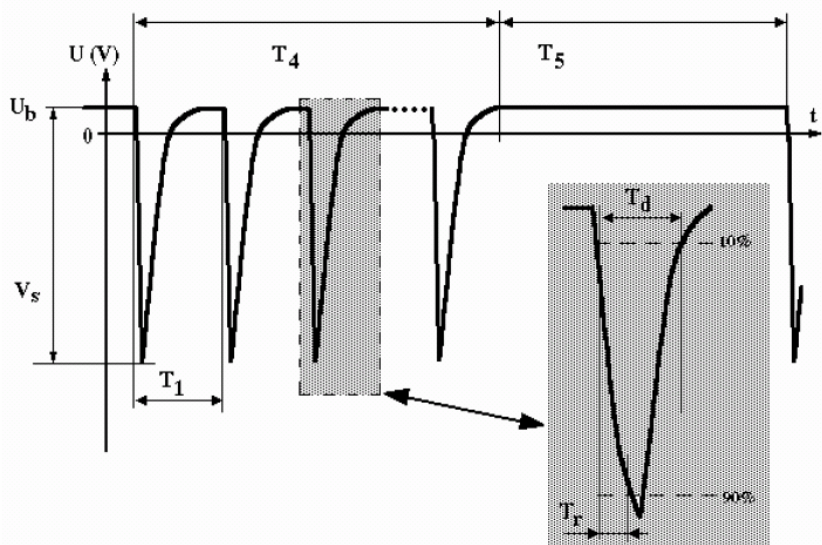
Uppkommer vid urkoppling av seriell induktiv last.



Dokumentnamn/Document name <b>UTVECKLINGSSPECIFIKATION</b>	
Dokumentnummer/Document No 20XXX_YYYYY	Infoklass/Classification <b>(I)</b>
Utgåva/Issue 1	Sida/page 8(12)



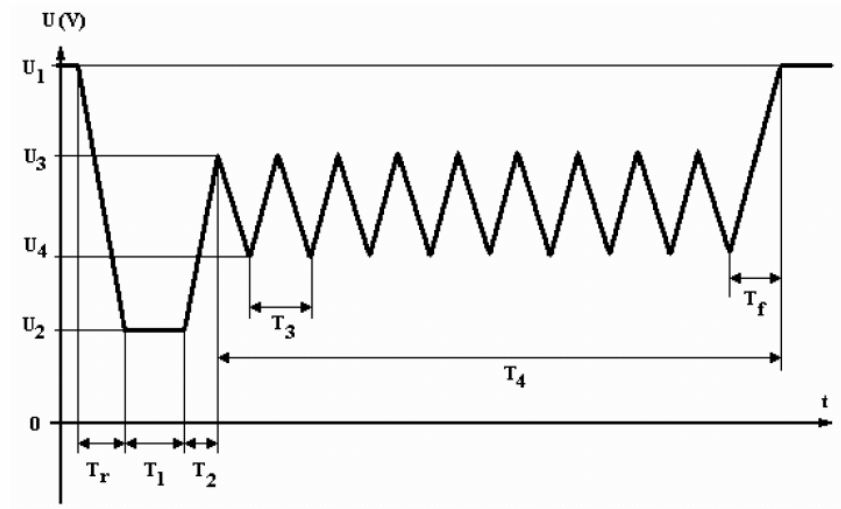
Testpuls3. Transienter i en mekanisk switch.



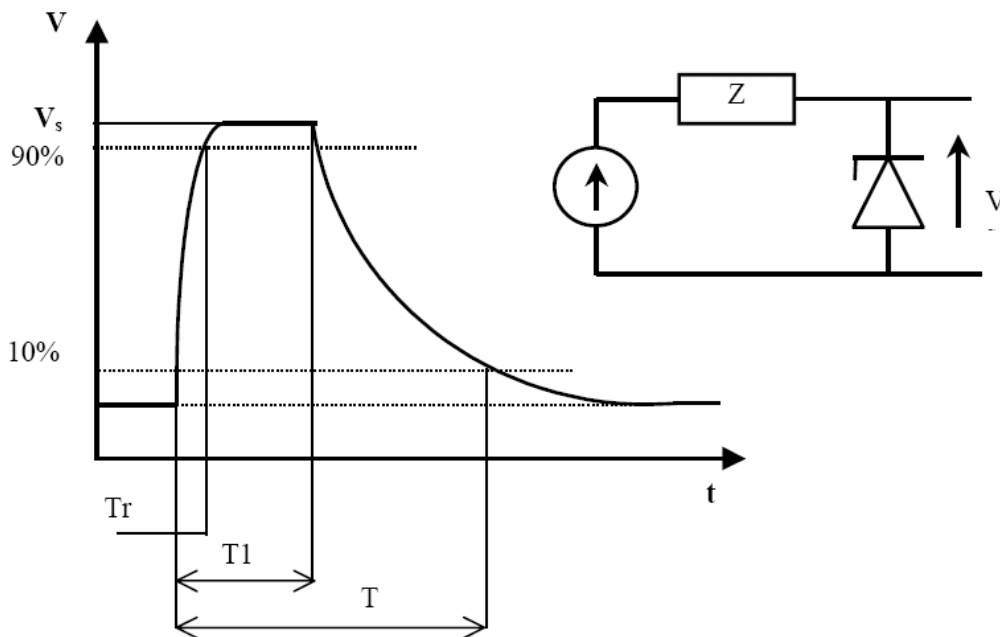
Testpuls 4

Sänkt matningspänning pga. Cranking.

Dokumentnamn/Document name <b>UTVECKLINGSSPECIFIKATION</b>	
Dokumentnummer/Document No 20XXX_YYYY	Infoklass/Classification <b>(I)</b>
Utgåva/Issue 1	Sida/page 9(12)



Testpuls 5. Uppkommer vid urkoppling av en last parallellt med testobjekt som spänningsmatas med en laddande generator.



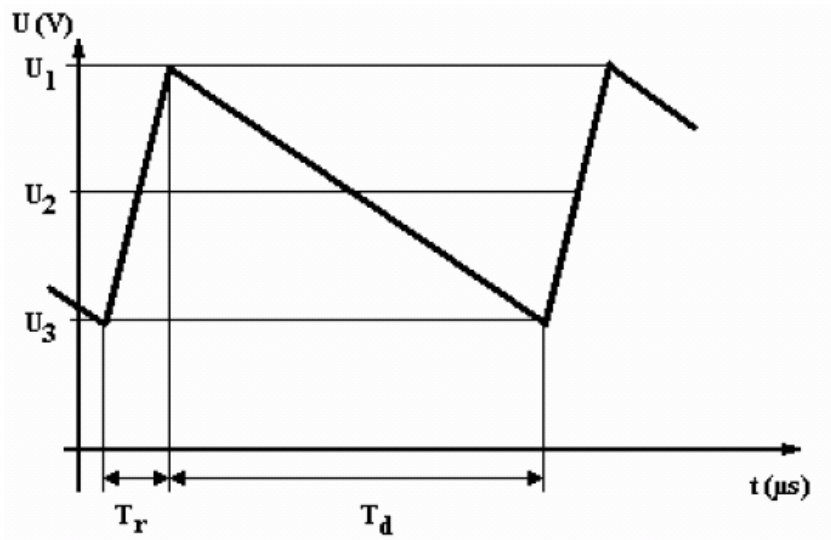
Testpuls 5a Med intern Zenerdiod.

Testpuls 5b Utan intern Zenerdiod.

Testpuls 5c Med intern Zenerdiod.

Testpuls 6. Simulering av batterispänningsvariationer.

Dokumentnamn/Document name <b>UTVECKLINGSSPECIFIKATION</b>	
Dokumentnummer/Document No 20XXX_YYYYY	Infoklass/Classification <b>(I)</b>
Utgåva/Issue 1	Sida/page 10(12)



Testpuls 7. Mikroavbrott, Avbrott i matningspänning.

### 3.3 Egenskaper

#### 3.3.1 Prestanda

Enheten skall kunna skapa så många som möjligt av Testpulserna definierade i VOLVO STD 515-0003 ( kap 4.1, 5.1-5.3) som möjligt.

#### 3.3.2 Fysiska egenskaper

Lätthanterad låda, rymlig inredning, öppningsbar lock.

#### 3.3.3 Funktionssäkerhet

När enheten är hopskruvad skall den vara säker för användaren. Max in- och utspänning samt max ström skall vara märkt på lådan. Enheten skall vara säkringsskyddad samt att utgången skall vara konstruerad för att ej mata ut flera testpulser samtidigt.

#### 3.3.4 Underhållsmässighet

TBD

#### 3.3.5 Miljöförhållanden

RoHS direktivet behöver ej uppfyllas.

#### 3.3.6 Transportbarhet

Enheten skall kunna förflyttas utan särskilda åtgärder.

#### 3.3.7 Identitetsmärkning

Enheten skall vara märkt med Kitron samt ett artikelnummer.

Dokumentnamn/Document name <b>UTVECKLINGSSPECIFIKATION</b>	
Dokumentnummer/Document No 20XXX_YYYYY	Infoklass/Classification <b>(I)</b>
Utgåva/Issue 1	Sida/page 11(12)

### 3.3.8 Fackmannamässighet

Enheten skall byggas på strukturerad sätt. Tydlig märkning av kablar och systematiskt användning av rätt dimensionerade och färgade kablar.

### 3.3.9 Utbytbarhet

Inga krav på utbytbarhet.

### 3.4 Konstruktionsriktlinjer

### 3.5 Dokumentation

### 3.6 Säkerhet

Dokumentnamn/Document name <b>UTVECKLINGSSPECIFIKATION</b>	
Dokumentnummer/Document No 20XXX_YYYY	Infoklass/Classification <b>(I)</b>
Utgåva/Issue 1	Sida/page 12(12)

## Kvalitetssäkringsbestämmelser

### 3.7 Allmänt

#### 3.7.1 Speciella prov och verifieringar

#### 3.7.2 Ansvar för verifieringar

#### 3.7.3 Valideringar

#### 3.7.4 Ansvar för valideringar

### 3.8 Kontroll av kvalitetsöverensstämmelse

## 4 LEVERANSKLARGÖRING

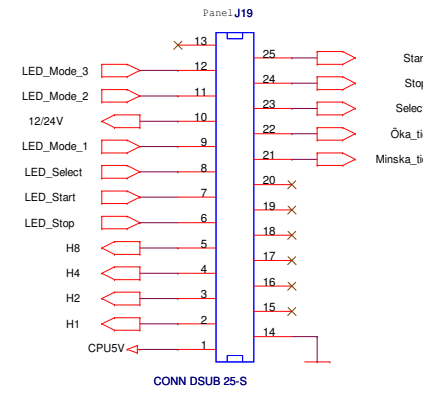
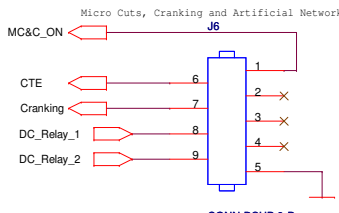
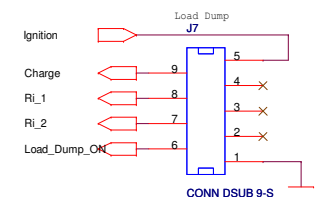
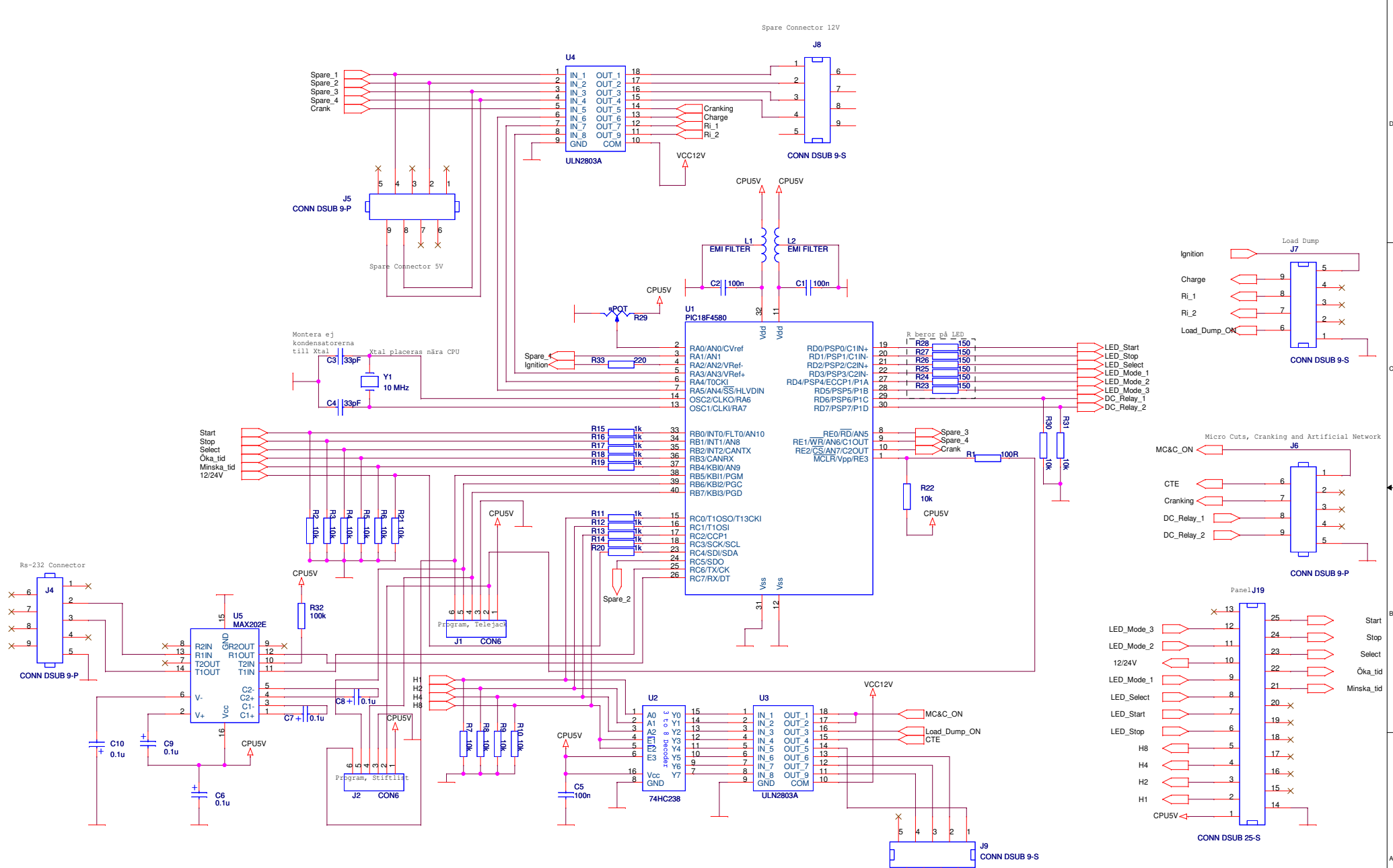
### 4.1 Följande skall levereras

1 färdigbyggd och funktionsfärdig PSQS

El-schema och konstruktionsritningar

Dokumenterad källkod

En enkel användarmanual (Quick-start guide, 1 dubbelsidig A4)

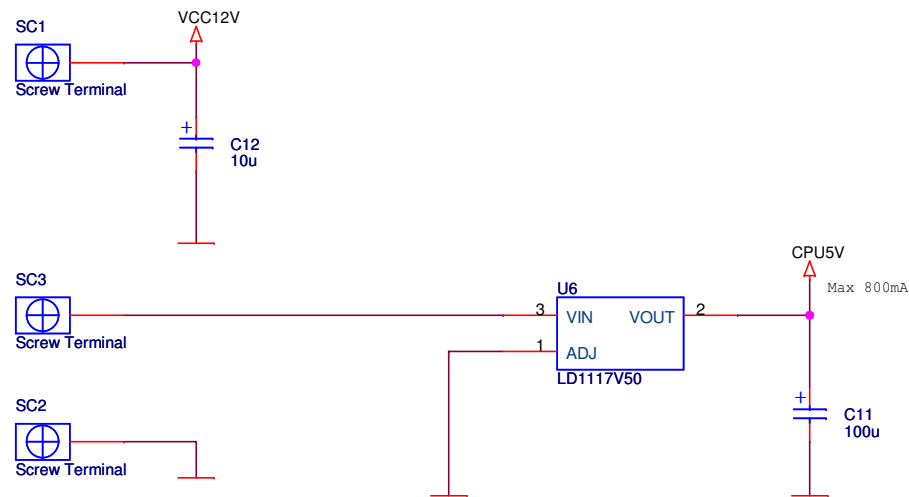



**Kitron Development**  
- one step ahead

Title <b>PSQS</b>		Sheet name <b>CPU</b>	
Edited <b>JAH</b>	Checked <b>JKR</b>	Document number <b>81018_00001</b>	Rev <b>P1A</b>
Modified: Thursday, June 15, 2006		Sheet 1 of 1	

This document is the property of KITRON AB and shall not be reproduced, disclosed to any third part, or used in any unauthorised manner without written consent. Copyrights KITRON AB.

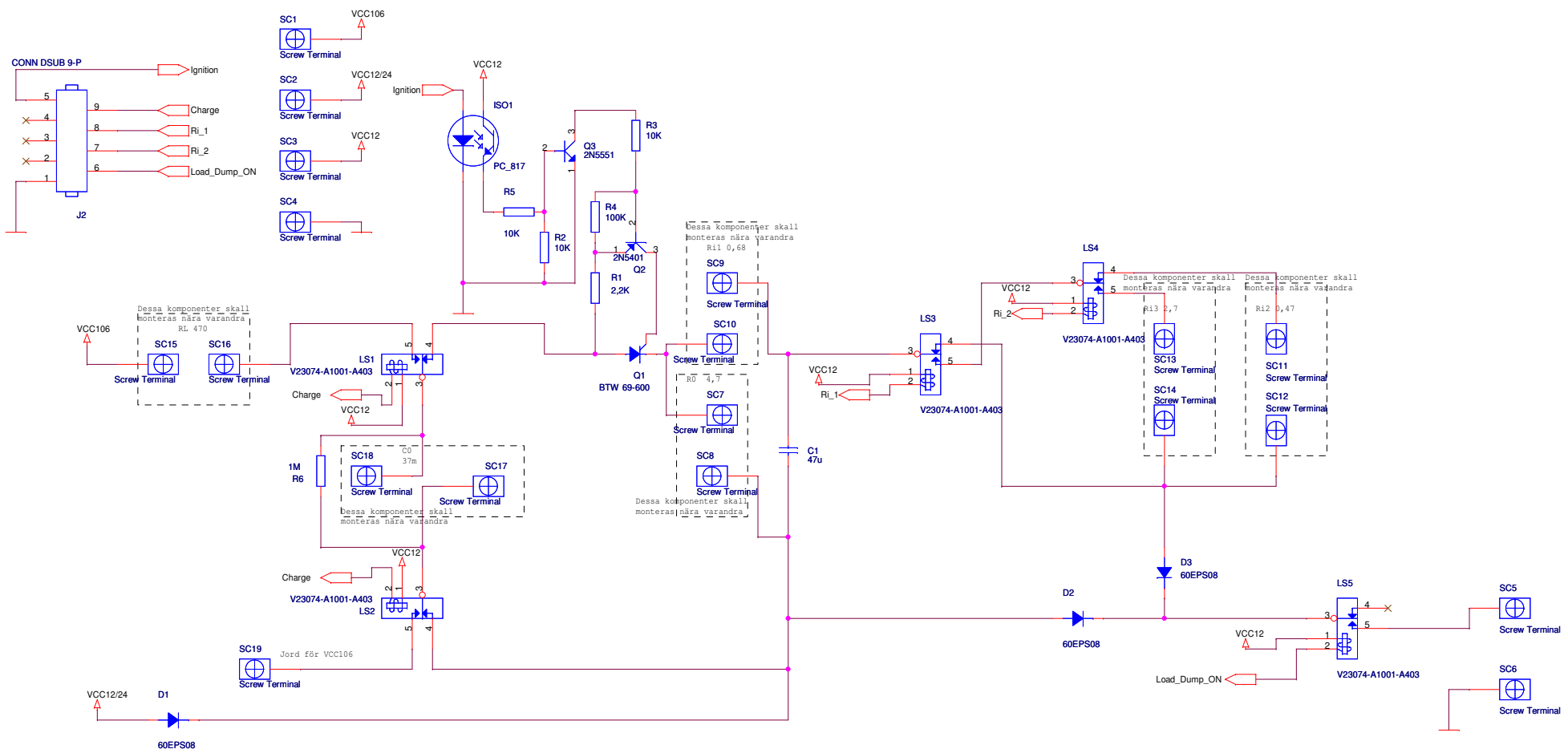
PWR anslutning för CPU och Relä.




 **Kitron Development**  
- one step ahead

Title <b>PSQS</b>		Sheet name <b>CPU_Power</b>	
Edited <b>JAH</b>	Checked <b>JKR</b>	Document number <b>81018_00001</b>	Rev <b>P1A</b>
Modified: <b>Tuesday, June 20, 2006</b>		Sheet <b>1</b> of <b>1</b>	

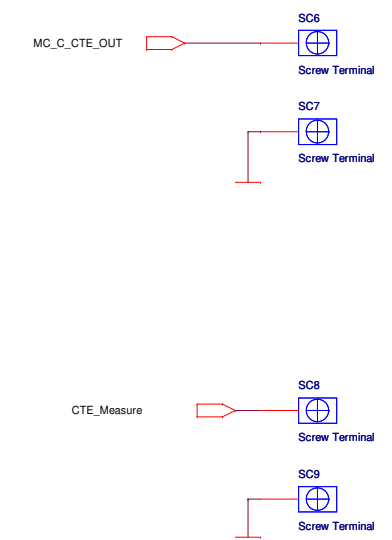
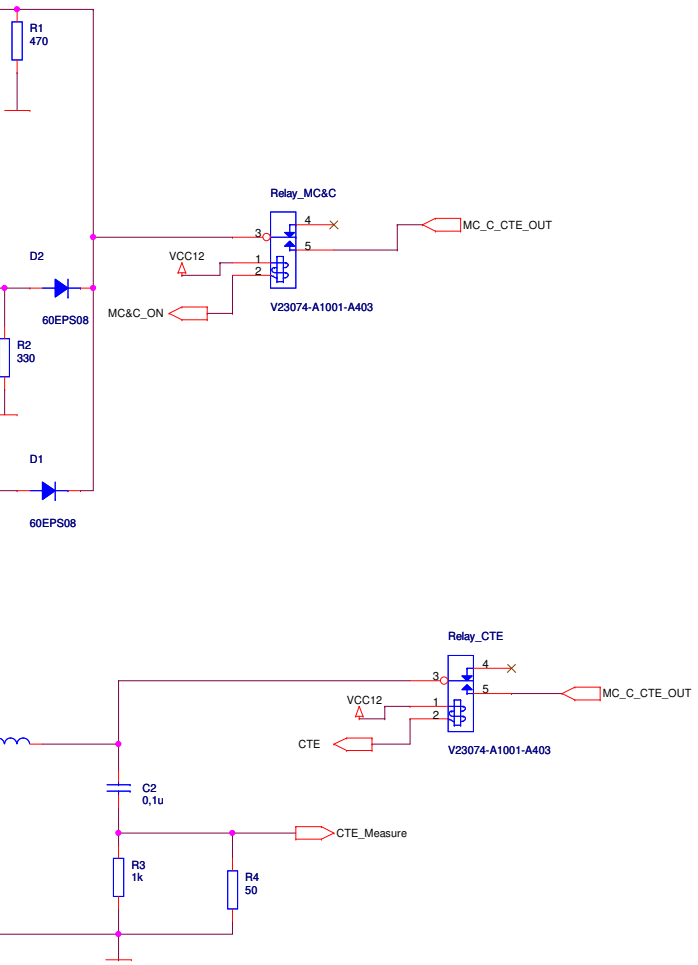
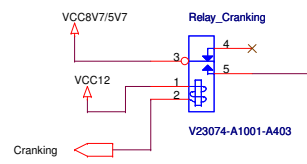
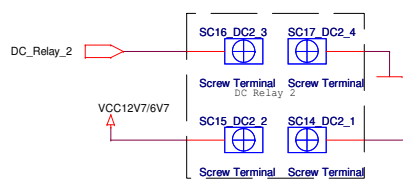
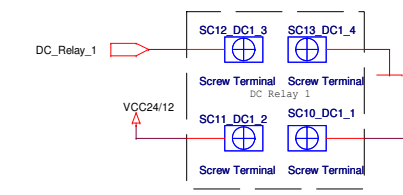
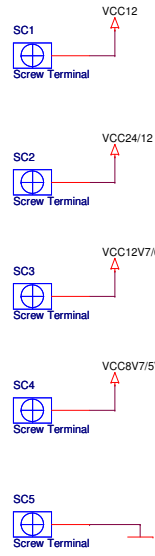
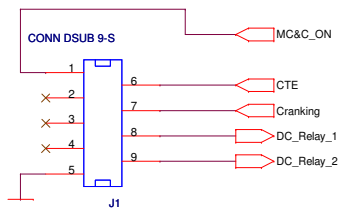
This document is the property of KITRON AB and shall not be reproduced, disclosed to any third part, or used in any unauthorised manner without written consent. Copyrights KITRON AB.




 <b>Kitron Development</b> <i>- one step ahead</i>		Title	
		PSQS	
Sheet name		Load dump	
Edited	Checked	Document number	Rev
ENO	JKR	81018_00004	P1B
Modified: Monday, June 19, 2006		Sheet 1 of 1	

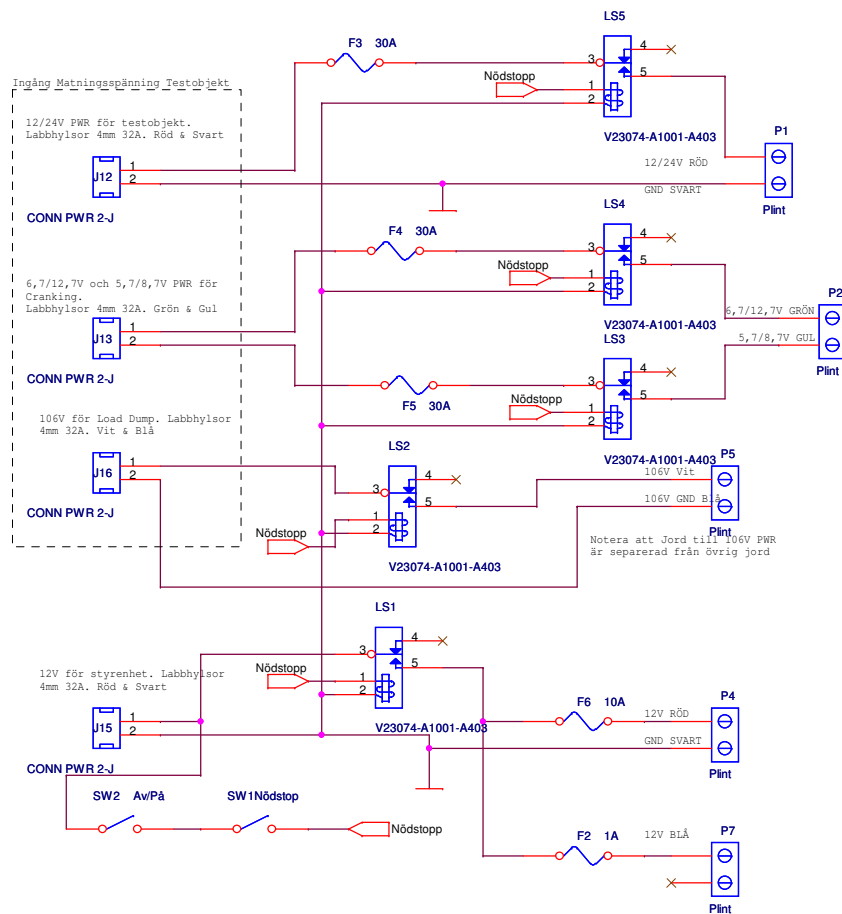
This document is the property of KITRON AB and shall not be reproduced, disclosed to any third part, or used in any unauthorised manner without written consent. Copyrights KITRON AB.



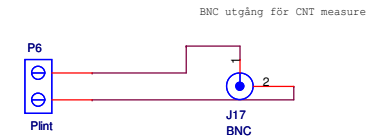
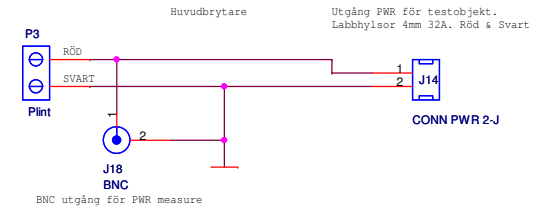



 <b>Kitron Development</b> <i>- one step ahead</i>	
Title <b>PSQS</b>	Sheet name <b>Microcuts, Cranking &amp; CTE</b>
Edited ENO	Checked JKR
Document number <b>81018_00007</b>	Rev <b>P1A</b>
Modified: Wednesday, June 14, 2006	Sheet 1 of 1

This document is the property of KITRON AB and shall not be reproduced, disclosed to any third part, or used in any unauthorised manner without written consent. Copyrights KITRON AB.

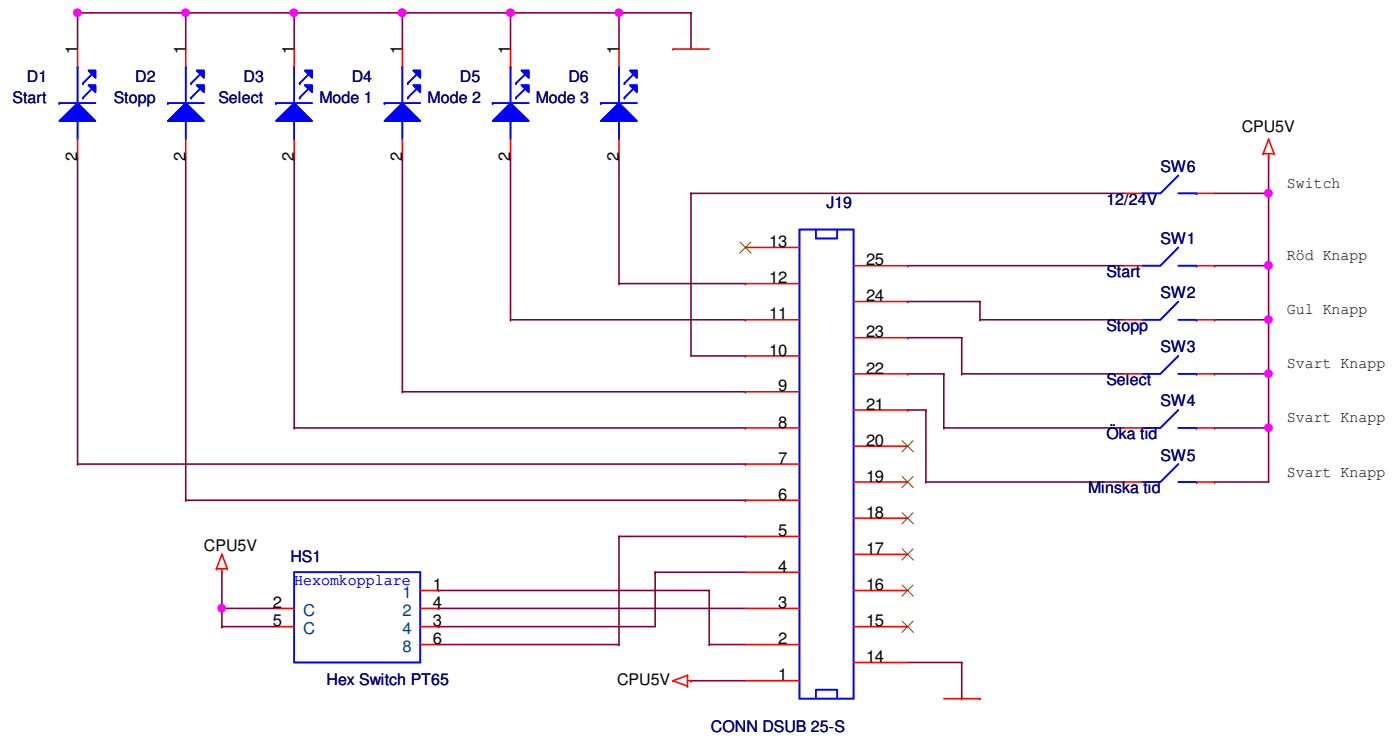


Då utgångsreläer är NO så behövs ej en utgångsbrytare vid nödstopp. Utgångsreläerna öppnar sig vid ett nödstopp.



		Title		Sheet name	
		PSQS BOX		BOX	
Edited	Checked	Document number	Rev		
JAH	JKR	81018_00010	P1A		
Modified:		Wednesday, August 30, 2006	Sheet 1 of 1		

Röd Difus Gul Difus Röd klar Röd klar Röd klar Röd klar



**Kitron Development**  
- one step ahead

Title <b>PSQS PANEL</b>		Sheet name <b>Panel</b>	
Edited <b>JAH</b>	Checked <b>JKR</b>	Document number <b>81018_00010</b>	Rev <b>P1A</b>
Modified: <b>Monday, June 19, 2006</b>			Sheet <b>1</b> of <b>1</b>

This document is the property of KITRON AB and shall not be reproduced, disclosed to any third part, or used in any unauthorised manner without written consent. Copyrights KITRON AB.

# Manual PSQS

## Tester

För att köra ett test ställs vredet i önskat läge.

Läge 0: MicroCuts

Läge 1: Cranking

Läge 2: LoadDump

Läge 3: CTE på

Läge 4: CTE av

Läge 7: LedTest

## Micro Cuts

För att generera testet Micro Cuts behövs en spänningskälla på 12/24V för att mata testobjektet samt matningsspänning till PSQS:en. På baksidan kopplas 12V eller 24V till "12/24V" ingång och matningsspänning (12V) till ingång "12V" samt jord till "GND". Koppla testobjektets drivspänning till PSQS:en utgångar märkta PWR och GND på framsidan av PSQS:en. Koppla oscilloskop på BNC kontakt märkt DUT. Ställ in vit knapp efter val av matningsspänning (12V eller 24V). Ställ hexvred på läge 0. Nu trycks select knappen in så att rätt läges väljs av Lysdioderna Mode 1, Mode 2 och Mode 3 enligt nedan tabell.

Avbrott i tid	10µs	100µs	1000µs
Tänd lysdiod	Mode 1	Mode 2	Mode 3

Tryck på startknappen för att starta pulsen. Tryck på stoppknappen för att avbryta en pågående puls. När pulsen är färdig lyser dioden märkt stopp.

## Cranking

För att kunna generera pulsen Cranking för testobjekt behövs ingångsspänningar enligt nedan tabell samt matningsspänning till PSQS (12V).

För testobjekt på 12V		För testobjekt på 24V	
Spänning	Ingång	Spänning	Ingång
12V	"12/24V"	24V	"12/24V"
6,7V	"12,7/6,7V"	12,7V	"12,7/6,7V"
5,7V	"8,7/5,7V"	8,7V	"8,7/5,7V"

Koppla in spänningar till respektive ingång på baksidan av PSQS:en. Koppla matningsspänning till testobjekt från utgång märkt PWR och GND på PSQS:en framsida. Koppla oscilloskop till PSQS:en på BNC kontakt märkt "DUT". Ställ in vit knapp efter val av spänningsnivå (12V eller 24V). Ställ hexvred på läge 1. Tryck på startknapp för att starta pulsen. När pulsen är färdig lyser dioden märkt stopp. Tryck på stoppknappen för att avbryta en pågående puls

## **Load Dump**

Load Dump generatoren innehåller höga spänningar (106V) och under inga omständigheter får kablar, kontakter eller testobjekt vidröras under ett pågående test. All kablage kopplas till PSQS under tiden som PSQS är avstängd. Använd ett oscilloskop för att övervaka spänningen till testobjektet.

För att generera testpulsen till Load Dump behövs 12/24V för att mata testobjekt, 106V och 12V drivspänning för PSQS. Notera att spänningskub som förser PSQS med 106V har en egen jord kontakt märkt "GND för 106V" på PSQS. Testobjektet kopplas till PWR och GND på framsidan. Koppla in oscilloskop på BNC kontakt märkt DUT. Ställ in Vit knapp för spänningsnivå (12V eller 24V) på framsidan. Tryck nu på selectknappen så att önskat läge väljs av Lysdioderna Mode1, Mode2 och Mode3 enligt nedan tabell.

Load Dump puls	A (12V)	B (12V)	C (24V)
Tänd lysdiod	Mode 1	Mode 2	Mode 3
Zenerdiod	40V	Ingen	58V

Vid test A och C kopplas en zenerdiod med lämpligt värde parallellt med DUT. Tryck på startknapp för att starta pulsen. När pulsen är färdig så lyser dioden märkt stopp. Tryck på stoppknappen för att avbryta ett pågående test.

## **CTE – Conducted Transient Emission**


För CTE testet behövs en spänningskälla på 12/24V för att mata testobjektet samt matningsspänning till PSQS:en.

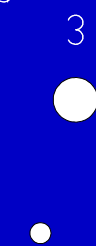
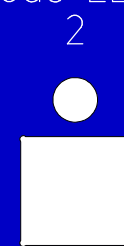
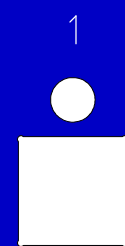
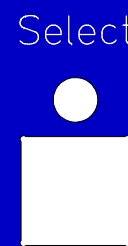
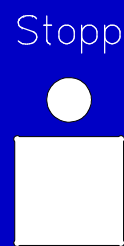
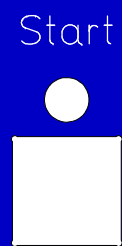
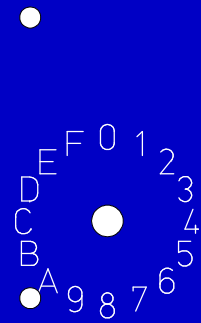
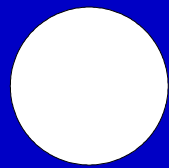
Testet går till så att man ansluter testobjektet till PWR och GND på framsidan av PSQS:en, samt att ett oscilloskop kopplas till BNC-kontakten märkt med DUT.

När detta är gjort växlar man helt enkelt mellan läge 3 och 4 på vredet för att slå på och av testobjektet, samtidigt som detta görs observerar man eventuella transienter på oscilloskopet.

Kitron Development AB

PSQS

 OFF  12V  
 ON  24V



Increase time    Decrease time

Device Under Test

PWR

GND

Measure

DUT

AN