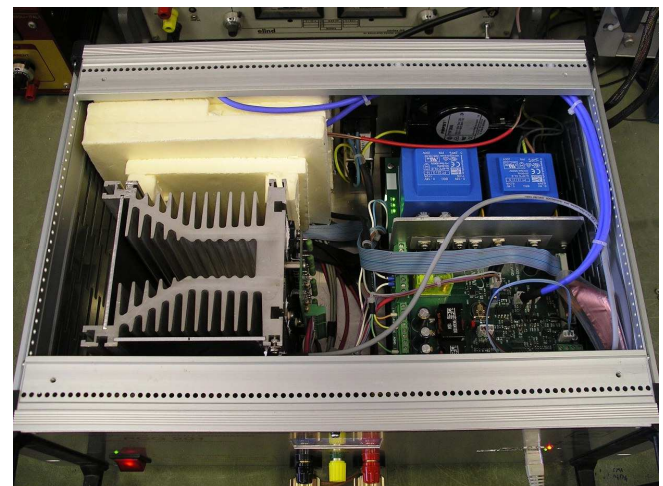


QUAX Experiment

20,000 mA 1 mA step Ultra-Precision Current Generator

Manuale Utente




QUAX Experiment

20,000 mA 1 mA step Ultra-Precision Current Generator

Autori e costruttori	<i>Giampaolo Galet e Lorenzo Castellani</i>
Circuiti stampati e schemi	<i>Marco Bettini</i>
Parti meccaniche	<i>Alberto Pitacco (Off. Mecc. I.N.F.N)</i>
Versione Manuale	<i>SPOE-MN-GPLC-0001-2017 Rev. 0.1</i>
Esperimento	<i>QUAX c/o L.A.E. Building Laboratori Nazionali I.N.F.N. di Legnaro Padova PD ITALY</i>
Referente	<i>Dr. Giovanni Carugno</i>
Data	<i>Maggio 2017</i>

Note : Primo esemplare prototipale costruito presso il Servizio Progettazione Officina Elettronica S.P.O.E. del Dipartimento di Fisica Galileo Galilei dell'Università degli Studi di Padova e della Sezione di Padova dell'I.N.F.N, con il contributo sulle parti meccaniche dell'Officina Meccanica della sez. I.N.F.N di Padova.

INDICE

- *L'Esperimento...*
-
- *Informazioni di sicurezza generali* 
- *Presentazione dell'apparecchio*
- *Nozioni di base sul funzionamento*
- *Schema a blocchi*
- *Manutenzione*
- *Specifiche tecniche*

L'Esperimento.....



Informazioni di sicurezza generali

Questa apparecchiatura è stata progettata e costruita ESCLUSIVAMENTE come prototipo unico per un utilizzo TEMPORANEO in un Laboratorio di Ricerca applicata in Fisica, specificatamente come apparato per l'esperimento QUAX e deve essere utilizzata SOLO ed ESCLUSIVAMENTE a tale scopo e da personale autorizzato e competente, con formazione e informazione adeguati alla natura del rischio che l'impiego di apparecchiature elettriche comporta.

Prima del collegamento e dell'utilizzo dell'apparecchio è OBBLIGATORIO leggere queste informazioni ed avvertenze ed il Manuale di Utilizzo per prevenire danni al prodotto ed evitare rischi e lesioni personali.

L'apparecchio è stato progettato e costruito secondo le vigenti Normative in fatto di isolamento, di messa a terra, di emissione EMI/RFI condotta o irradiata e di protezione contro i sovraccarichi ed i pericoli di incendio. Le parti interne direttamente collegate alla rete elettrica di alimentazione, prese singolarmente, sono tutte provviste di marcatura CE.

Un opportuno filtro da rete d'ingresso e la completa messa a terra di TUTTE le parti metalliche del contenitore espone l'apparecchio al minimo rischio di "suscettibilità" dall'esterno. Le caratteristiche dell'apparecchio IMPLICANO l'osservanza necessaria di:

- *Utilizzare un cavo di alimentazione da rete a norma e certificato.*
- *Assicurarsi del corretto collegamento di terra del cavo di alimentazione che garantisce la messa a terra del contenitore, dei connettori di collegamento e dell'intero apparato.*
- *Assicurarsi che TUTTI i componenti e gli strumenti elettronici ad esso collegati siano dotati di SICURA messa a terra.*
- *Assicurarsi che gli eventuali cavi coassiali e i connettori coassiali siano adeguati alla tensione di funzionamento e che i collegamenti da e verso gli apparati/componenti/impianti e cablaggi esterni siano correttamente eseguiti e sicuri.*
- *Assicurarsi dei corretti spazi e distanze di isolamento elettrico da tutti gli altri apparati/componenti operanti nelle vicinanze e non direttamente e fisicamente collegati.*
- *NON CI SONO PARTI O COMPONENTI INTERNI ALL'APPARECCHIO SOGGETTI A SERVIZIO, MANUTENZIONE O SOSTITUZIONE DA PARTE DELL'UTILIZZATORE.*
- *E' VIETATA l'apertura e la manomissione/modifica dell'apparecchio al personale utilizzatore. E' VIETATA la messa in funzione dell'apparecchio con il coperchio o pannelli aperti o il contenitore smontato. Per qualsiasi esigenza riferirsi al personale del Laboratorio costruttore.*
- *Non mettere in funzione l'apparecchio se si sospettano malfunzionamenti. Riferirsi al personale del Laboratorio di costruzione.*
- *Non mettere in funzione l'apparecchio in presenza di acqua e umidità e in presenza di atmosfera potenzialmente esplosiva o infiammabile.*
- *Assicurarsi che la ventilazione dell'apparecchio sia garantita e appropriata.*
- *Non permettere l'utilizzo dell'apparato e l'accesso al Laboratorio dove risiede il sistema elettrico/elettronico ad esso collegato a persone NON competenti, informate e autorizzate.*

PRESENTAZIONE DELL'APPARECCHIO

Questa apparecchiatura è stata progettata appositamente per un'applicazione specifica nell'apparato sperimentale di QUAX e riguarda il pilotaggio, con una corrente di circa 20A "ultrastabile", di una bobina speciale da circa 1H di induttanza, resa superconduttrice per immersione in elio liquido criogenico a circa 4°K, che "crea" un campo magnetico di circa ½ Tesla.....

Trattandosi di un GENERATORE di CORRENTE continua, la tensione sviluppata in uscita all'apparecchiatura in erogazione della corrente massima e' molto bassa, in relazione alla condizione particolare di funzionamento del carico e, collegamenti compresi, si pone a livelli di qualche decina di millivolt...(equivalente ad un funzionamento prossimo al corto circuito)...

In condizioni di regolare funzionamento la potenza elettrica erogata, quindi, si attesta intorno al Watt..

Lo strumento è però in grado di erogare la massima corrente fino ad una tensione d'uscita di circa 13V (~260W) e sviluppare una tensione a vuoto fino a circa 15V.

ATTENZIONE:

*Data la natura del carico **FORTEMENTE INDUTTIVA** e a bassissima componente resistiva e' **importante** rispettare le seguenti linee guida per la SICUREZZA e la salvaguardia di tutte le apparecchiature e l'attrezzatura coinvolta:*

MAI spegnere lo strumento tramite l'interruttore principale quando questo sta erogando corrente.... E' assolutamente necessario procedere allo spegnimento tramite il pulsante ON/OFF del display e attendere che la corrente visualizzata arrivi a zero.

A quel punto è possibile spegnere o togliere corrente all'apparecchio tramite l'interruttore principale o scollegando il cavo di alimentazione...

MAI collegare o scollegare il carico al "volo", con lo strumento acceso, anche in assenza di erogazione... Bisogna assicurarsi che il pulsante ON/OFF sul display sia in posizione OFF e che la corrente visualizzata sia o si porti a zero. Sono da evitare collegamenti insicuri e a rischio di distacco o strappo accidentale!!

Lo strumento e' comunque PROTETTO internamente da imprevisti distacchi della tensione di alimentazione, ma vanno assolutamente evitate tutte quelle manovre accidentali che possano creare sovratensioni o archi voltaici pericolosi.

NOZIONI DI BASE SUL FUNZIONAMENTO E SULL'OPERATIVITA'

Lo strumento è un Generatore di Corrente da 0 a 20A (20.000 mA) con risoluzione di 1mA e con impedenza d'uscita "artificialmente" tenuta bassa per la massima stabilità in tensione su carichi fortemente induttivi.

I comandi e la selezione in corrente avvengono tramite display touch-screen posto sul pannello frontale o remotamente tramite rete Ethernet o USB.

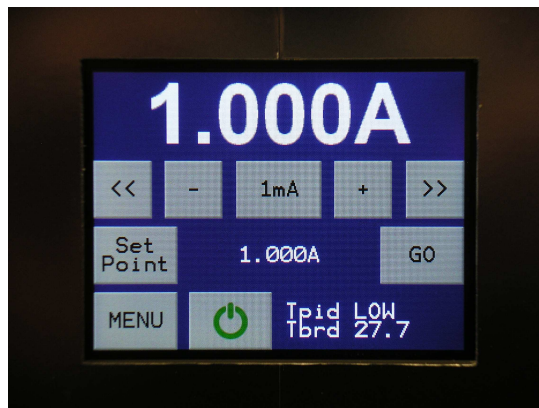
Come riportato al paragrafo precedente è importante attenersi alle linee guida per la corretta operatività nella condizione di collegamento del carico alle bocche di uscita e di spegnimento dell'apparecchio che vengono riassunte così:

MAI spegnere lo strumento tramite l'interruttore principale (sul frontale o sul retro dell'apparecchio) quando questo risulta in erogazione di corrente.

E' assolutamente necessario spegnere lo strumento tramite il pulsante ON/OFF del display e attendere che la corrente arrivi a zero...

E' possibile, quindi, spegnere completamente lo strumento con l'interruttore principale.

MAI collegare o scollegare il carico con lo strumento acceso. E' assolutamente necessario spegnere lo strumento tramite il pulsante ON/OFF del display e attendere che la corrente arrivi a zero.



Il display dello strumento, presenta, sotto l'indicatore della corrente d'uscita erogata, 5 pulsanti touch-screen con le seguenti funzionalità:

- *Il pulsante centrale con indicazione "1mA", "10mA", "100mA" o "1bit", serve per impostare lo "step" di corrente dei restanti 4 pulsanti. La risoluzione di un bit di DAC equivale a circa 300µA.*
- *Pulsante ">>" incremento continuo della corrente a passi indicati dal pulsante centrale...*
- *Pulsante "<<" decremento continuo della corrente a passi indicati dal pulsante centrale.*

- Pulsante “+” singolo incremento della corrente a passi indicati dal pulsante centrale.
- Pulsante “-“ singolo decremento della corrente a passi indicati dal pulsante centrale.

Sotto ai 5 pulsanti sopra descritti ci sono altri 2 pulsanti ed un indicatore:

- Pulsante “Set Point” viene utilizzato per impostare un valore di corrente che viene visualizzato nell’indicatore centrale.
- Pulsante “GO” viene utilizzato per portare la corrente d’uscita al valore visualizzato dell’indicatore “Set Point” con una rampa di 1A/sec.

Una volta premuto il pulsante “GO” esso assume la funzione di STOP permettendo di stoppare l’incremento o decremento di corrente in qualsiasi istante.

Scendendo ancora sono visualizzati altri due pulsanti:

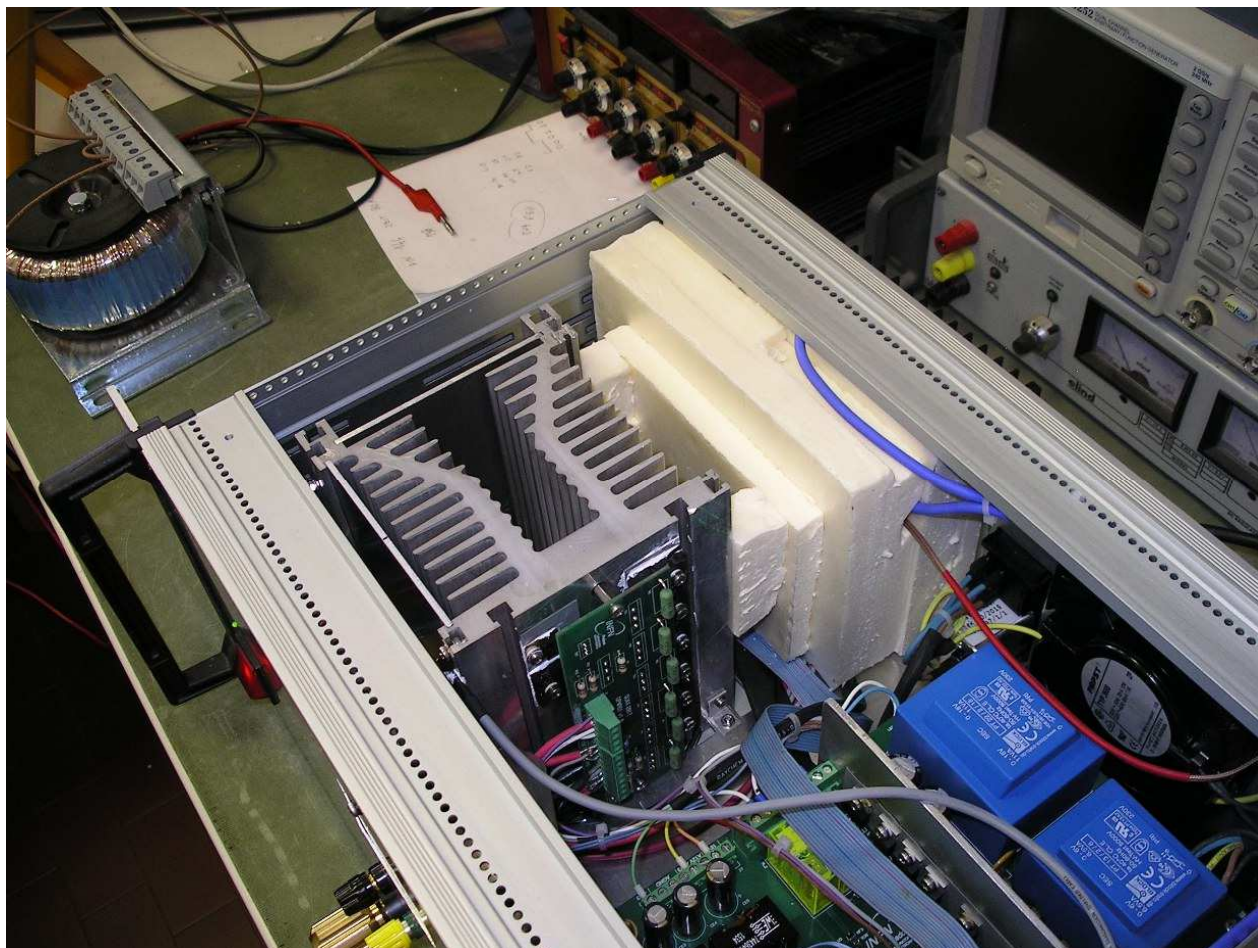
- Pulsante ON/OFF permette di accendere e spegnere il generatore di corrente. Allo spegnimento la corrente d’uscita viene decrementata fino a zero con un rate di 1A/sec, quindi viene spento l’alimentatore switching principale che alimenta il generatore di corrente. In caso venga ripremuto il pulsante la rampa viene bloccata al valore assunto in quel momento e il generatore rimane quindi acceso..
- Pulsante MENU’ permette di accedere alla configurazione delle interfacce di rete Ethernet eth0 e usb0.

A destra del pulsante ON/OFF è presente un indicatore a rotazione (tramite un click) che visualizza due parametri interni dello strumento alla volta.

Parametri visualizzabili:

- Tpid: is the “SHUNT” temperature
- Tgen: is the temperature measured on the “PRIMARY HEATSINK” for the “current generator’s” power transistors.
- Tpw: is the temperature of the SWITCHING power supply.
- Ipwr: is the output current of the SWITCHING power supply.
- Vchg: is the voltage measured on the output of the current generator.
- Igen: is an estimated current (Ipwr-Ipid) of the output current.
- Ipid: is the current used for SHUNT thermostation.
- Vpw: is the SWITCHING power supply output voltage.
- DAC: is the DAC value set on the current generator.
- Ilim: is the current limit set on the SWITCHING power supply.
- Tbrd: is the temperature of the current generator board.

Per avere un valore stabile di corrente in uscita entro la precision di 1mA, una volta acceso il Generatore (col pulsante sul display), è necessario aspettare la stabilizzazione della temperatura dello SHUNT visualizzata sull'indicatore a rotazione dal parametro Tpid. Lo SHUNT è stabilizzato in temperatura a $45^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ quando questo parametro assume la colorazione verde senza lampeggio. Da freddo (temperatura ambiente) lo strumento impiega circa 20-30 minuti per stabilizzarsi...



La foto mostra il dissipatore interno del doppio Driver di potenza a transistor e il “blocco” di polistirene che isola termicamente la scheda dei DAC, del controllo di corrente e lo shunt di potenza. La scheda principale, con le alimentazioni di servizio si intravede in basso a destra.

MANUTENZIONE

L'apparecchiatura non necessita di manutenzione ordinaria e periodica se utilizzata in ambiente asciutto e pulito e nel rispetto delle caratteristiche tecniche di progetto. Tuttavia esiste la possibilità di mancato o malfunzionamento per interruzione o intervento termico di uno o più fusibili interni a causa di stress elettrico da accensioni e spegnimenti ripetuti nel tempo o di intervento della protezione termica interna per malfunzionamento o intasamento di uno o più ventilatori. In questo caso l'assistenza e la manutenzione devono essere eseguiti presso il Laboratorio di Costruzione dell'INFN di Padova.

***NESSUNA MANUTENZIONE E' RICHIESTA ALL'UTILIZZATORE.
NON CI SONO PARTI O COMPONENTI INTERNI ALL'APPARECCHIO
SOGGETTI A SERVIZIO, MANUTENZIONE O SOSTITUZIONE DA PARTE
DELL'UTILIZZATORE.***

E' necessario, altresì, assicurarsi, che la ventilazione forzata interna sia libera da occlusioni o coperture esterne, nella parte inferiore, superiore e posteriore dell'apparecchio.

La riparazione o sostituzione di parti esterne dell'apparecchiatura soggette a rotture o a usura devono essere eseguite presso il Laboratorio di Costruzione dell'INFN di Padova.

SEGNALARE prontamente anomalie e possibili malfunzionamenti al Laboratorio di Costruzione ed evitare l'uso non sicuro dell'apparecchio.

SPECIFICHE TECNICHE

• ALIMENTAZIONE

da rete 230V $\pm 10\%$ 50/60Hz 830VA Max con fusibile esterno rapido da 5A.

■ BOCCOLE FRONTALI DI USCITA

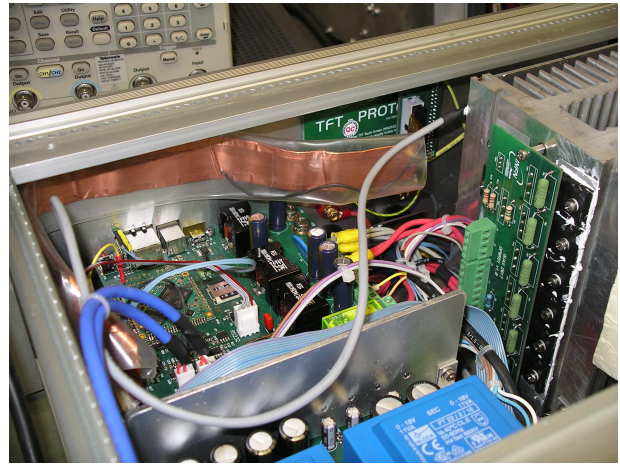
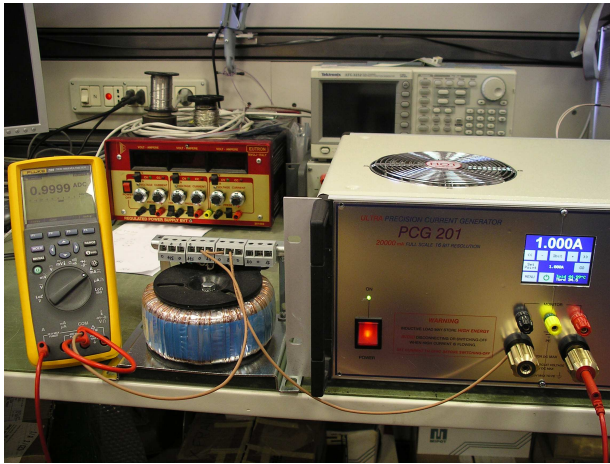
Corrente continua da 0 a 20A in step da 1mA con tensione massima a vuoto di 15V e a pieno carico di circa 13V. Uscita "floating" rispetto terra. Boccola ausiliaria di terra per il libero collegamento a terra di uno dei due poli. Protezione contro l'inversione di polarità con circuito di potenza "diodo-resistenza" e contro l'extratensione sopra ai 15V con soppressore a semiconduttore. Abbassamento dell'impedenza d'uscita con circuito capacitivo. Boccole in parallelo di servizio per il collegamento di strumenti esterni.



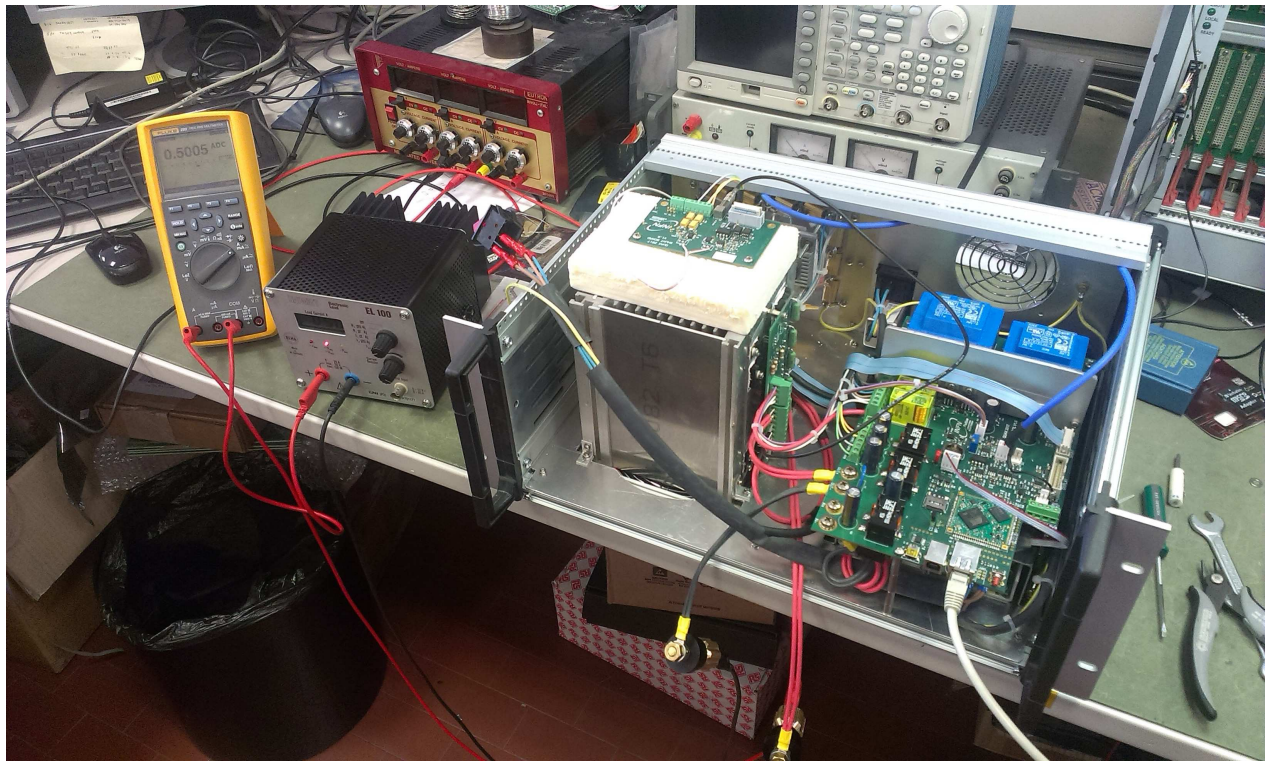
Griglie di aspirazione posteriori. Non coprire!

■ CASSETTO

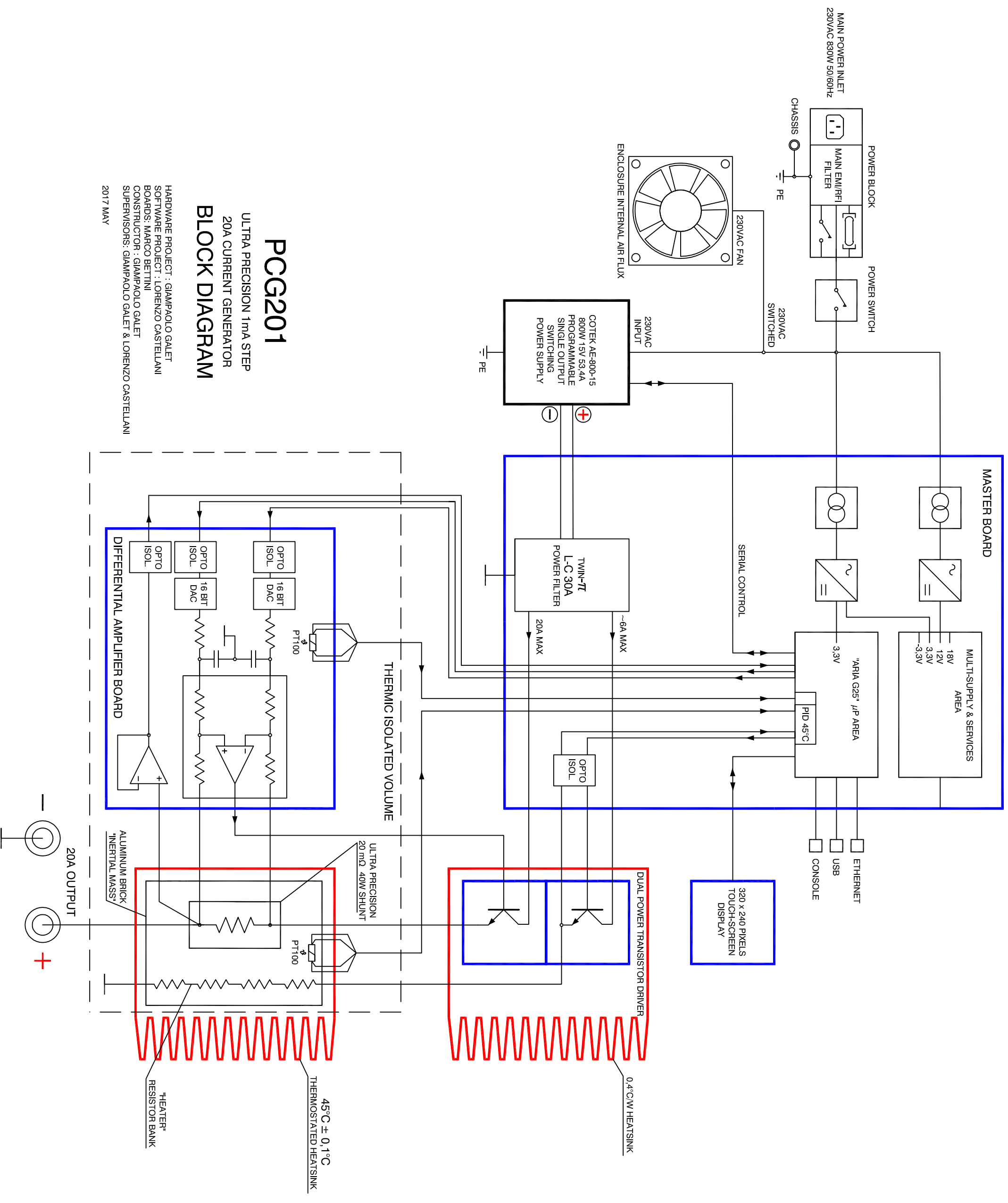
Cassetto rack 19" a 4 unità con profondità di 31 cm e maniglie frontali. Ventilazione d'uscita sui lati inferiore e superiore e d'aspirazione sul lato posteriore.



Griglia di uscita superiore. Non coprire od ostruire! Superficie calda!



Fase sperimentale di taratura dell'amplificazione di "modo comune" sulla scheda di controllo diretto dello SHUNT poi racchiusa e termostata nel volume isolato termicamente. Sulla destra è visibile la scheda di controllo con il μP "ARIA G25" e il cavo di rete Ethernet usato per la programmazione dei livelli del DAC a 16 bit.



HARDWARE PROJECT : GIAMPAOLO GALET
 SOFTWARE PROJECT : LORENZO CASTELLANI
 BOARDS: MARCO BETTINI
 CONSTRUCTOR : GIAMPAOLO GALET
 SUPERVISORS: GIAMPAOLO GALET & LORENZO CASTELLANI
 2017 MAY