

Amplificatore SPE mod. EXPERT 1K-FA

In 20 chili un concentrato di tecnologia per prestazioni al top

Lo SPE Expert 1K-FA è un amplificatore lineare per frequenze HF da 1.8 a 50MHz con potenza di uscita di 1000 W completamente automatico con incorporato l'accordatore d'antenna e l'alimentatore da rete.

Questa è la serie dei suoi titoli: occorre essere un po' più precisi e allora diciamo che intanto è un amplificatore lineare allo stato solido che non ha limiti di bande, opera infatti da 1.8 a 50MHz e che i 1000W max, circa 500 quando selezionato Half-Pwr, sono prodotti da sei coppie di MOSFET.

Poi che ha l'alimentazione regolata incorporata con sorgente

da rete elettrica.

Poi che ha, sempre incorporato, un accordatore automatico d'antenna che può anche essere utilizzato a sé stante, quindi senza che si renda necessaria la potenza ma solo con quella del transceiver.

Poi che le dimensioni sono minime, 28 x 32 alto 14 cm.

E infine che per ottenere il funzionamento totalmente automatico di queste parti è installato un software di controllo e protezione di notevole espansione. Tutta la situazione operativa ed eventuali condizioni al limite sono presentate su un grande display frontale che è tutto quanto vede

l'operatore.

Il rendimento dell'amplificatore è del 60-65% misurati al consumo di rete, compreso quindi l'alimentatore; ne deriva che all'uscita di 1000W ci sarà da smaltire circa 6-700 W di calore. Viene da chiedersi come ottenere questo smaltimento in così poco spazio: ci sono sette ventole, molto silenziose in verità, ma sarò più preciso nei dettagli quando arriverò a descrivervi il layout.

Abitualmente a questo punto inseriamo un data sheet ma in questa occasione lo metteremo alla fine.

Foto 1 - Unità accordatore visto dal lato toroidi/uscite SO239; posato sul dissipatore rame-alluminio su cui viene montato lo stadio di potenza.

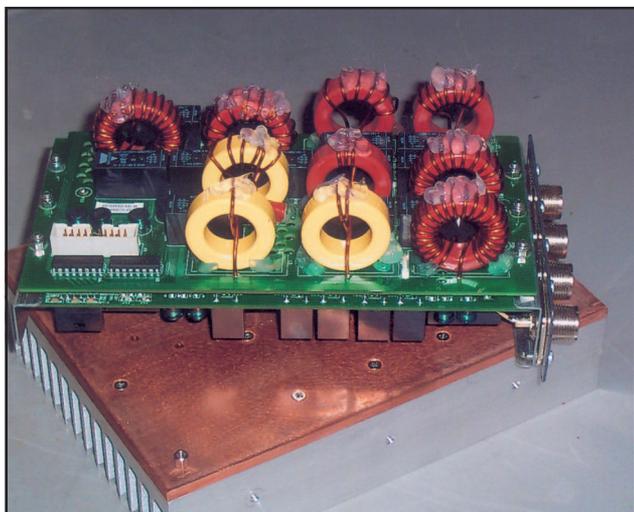
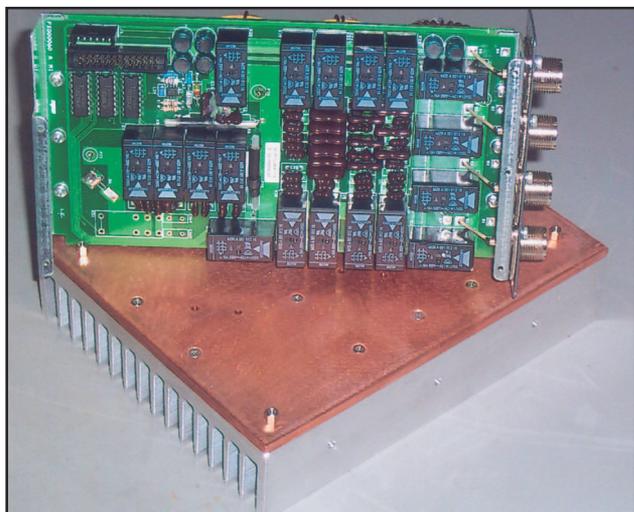


Foto 2 - Unità accordatore visto dal lato capacità con relè di accordo.



Descrizione tecnica

Lo SPE Expert 1K-FA dispone di tre coppie di MOSFET le cui uscite sono avviate ad un combinatorio al fine di ottenere, oltre che la sommatoria delle tre potenze, anche un'impedenza adeguata a introdurre il segnale amplificato nell'ingresso dell'accordatore automatico, che viene quindi utilizzato anche in funzione di filtro d'uscita. L'accordatore ha circuito a Pi-Elle che, oltre ad effettuare la funzione di adattatore d'antenna, filtra e "pulisce" il segnale amplificato; data la notevole attenuazione per i segnali armonici non è necessario altro filtraggio. Si tenga conto che i MOSFET sono a coppie quindi in push-pull di classe AB e che in queste configurazioni la seconda armonica è in pratica assente, resta solo da "controllare" la terza ed eventuali altre dispari.

Il combinatorio delle uscite è in realtà composto da tre adattatori più il trasformatore d'uscita; questo sistema assicura un isolamento tra le tre unità di potenza di almeno 20dB proteggendo da eventuali sbilanciamenti: ogni unità, come dire, lavora in proprio.

Tanto le uscite dei MOSFET quanto, e a maggior ragione, gli ingressi fruiscono di accurati adattamenti di impedenza atti a rendere l'amplificazione stabile, efficiente e soprattutto lineare. La scelta dei MOSFET è stata quella tecnicamente più opportuna proprio in vista della linearità ottenibile e della relativa facilità di adattamento.

L'impedenza di ingresso, così accuratamente adattata, presenta 50 Ω su tutto il range di utilizzo; all'ingresso è posto un rivelatore di livello, un circuito del tipo ponte di Bruene, che valuta la potenza immessa; e qui entriamo nella sezione controlli. Il guadagno dell'amplificatore è di 16-17dB, anche qualcosa di più e questo vuol dire che la potenza del pilotaggio, quella proveniente dal transceiver, deve essere accuratamente dosata in funzione della potenza di uscita e della dissipazione massima.

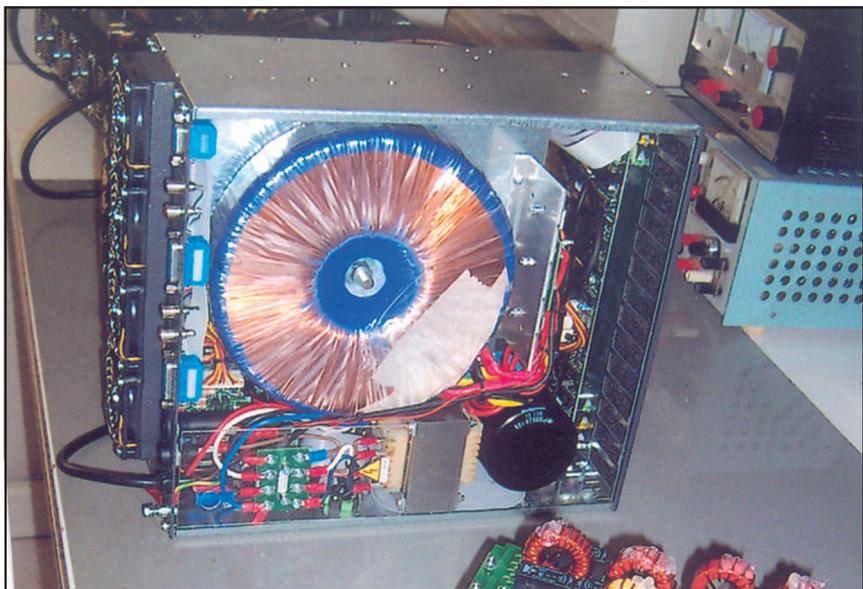


Foto 3 - Unità alimentatore vista del trasformatore toroidale: a destra si vede la piastra non alettata di montaggio/dissipatore dei tiristori, in basso trasformatore piccolo di alimentazione dei servizi.

Ciò posto, sarebbe oltre che difficile, anche rischioso lasciare che questa operazione di "dosaggio" venga effettuata a mano, infatti la misura della potenza di ingresso serve a regolare, tramite software e cavetto connesso all'ALC dell'eccitatore, proprio la potenza immessa di pilotaggio, al giusto livello, evitando intanto effetti deleteri sulla linearità del segnale all'uscita ma soprattutto il rischio di eccessiva dissipazione. Vedremo nelle prove che regolando la potenza dell'eccitatore, un IC7800 nel nostro caso, a 200 W (il massimo fornibile) all'istante della messa in trasmissione del lineare l'uscita si riduce a 40W: dati gli automatismi presenti non è necessaria nessuna regolazione ALC per ottenere la migliore emissione.

Una caratteristica di tutto il sistema di software sono i tempi minimi di adeguamento alle funzioni. Dire tempi minimi è scorretto, dovrei dare in millisecondi questi tempi. Queste rapidità sono indispensabili quando si ha a che fare con dispositivi a stato solido. Infatti i tempi di eventuale rottura sono altrettanto rapidi e questo bisogna evitarlo. L'Expert come vedremo è dotato di sofisticate protezioni, tanto è vero che abbiamo per prova trasmesso con

1kW output senza antenna ... nessun inconveniente.

Per quanto la resa dell'amplificatore, di qualunque amplificatore di potenza, sia elevata la potenza di uscita in ultima analisi non prescinde dall'alimentazione che viene fornita ai dispositivi (anche delle valvole quando il caso); è quindi dell'alimentatore che parliamo ora.

Dalla rete arriviamo al trasformatore toroidale che è anche fornito di cambio tensioni al primario. È di tipo toroidale per ben noti motivi intanto di rendimento e poi, non certo da trascurare, per l'assenza di flusso disperso.

Il secondario ha due tensioni separatamente raddrizzate e stabilizzate; il raddrizzamento e la stabilizzazione sono effettuate da tiristori. Il sistema di raddrizzamento e controllo tramite tiristori non è molto usato nelle costruzioni amatoriali ma è utilizzato in quelle professionali. Si dispone così della tensione di 44V DC impiegata per le operazioni Full-power e di 30V DC per le operazioni Half-power; il passaggio tra i due livelli di potenza può avvenire in micro-tempi e senza problemi.

Per tutte le altre utenze, alimentazioni delle logiche di software, relè e azionamenti vari,

provvede un altro trasformatore, di ben più piccole dimensioni.

Come si vede si è evitato l'utilizzo di una alimentazione di tipo switching e questo a ragion veduta intanto di rendimento che a conti fatti in sede di progetto risulta qui superiore allo switching mode e raggiunge il 90-95% e inoltre non ha le ben note "grane" del noise sovente spifferato un po' dappertutto.

Se a questo punto ci fossero dei filtri fissi all'uscita si sarebbe finito, ma così non è. Intanto per quanto ben progettati i filtri fissi avrebbero condizionato l'utilizzo per bande e poi, come ben noto, di fronte ad un disadattamento, leggi ROS, che fare se non limitare sino a bloccare l'uscita.

Allora all'uscita dello, o meglio degli, stadi di potenza è disposto l'accordatore automatico. Non una serie di filtri ma un filtro, a banda continua da 1,8 a 50MHz, capace di eliminare segnali indesiderati (si legga 3° armonica), ma anche, e qui è la genialità, di adattare l'impedenza di uscita dello stadio di potenza alle situazioni, vere, dell'impedenza di antenna, che può essere adattata entro un range minimo garantito di 3 a 1, sovente migliore, in continuità, su tutto il range da 1,8 a 50MHz.

L'accordatore automatico a disposizione del tipo pi-elle regola

l'adattamento scegliendo la quantità di induttanza adeguata alla frequenza selezionata (vediamo dopo da chi) e poi si accorda tramite capacità fisse commutate. Sia per la selezione di induttanza che per quella delle capacità si avvale di relè che sono molto particolari per la capacità parassita estremamente bassa che hanno e anche per la capacità di "tenere" 15A sul contatto. Non si dimentichi che quando emette potenza ci sono sempre 1000W RF in giro su questi componenti; le dimensioni delle induttanze sono evidenti dalle foto mentre per le capacità si utilizzano capacitori a mica argentata (che fatica trovare il giusto fornitore!) posti in parallelo a suddividere il carico.

Tra lo stadio amplificatore e lo stadio accordatore c'è un circuito di misura del ROS che fornisce alla logica di controllo non solo la semplice lettura dell'adattamento ma anche la misura del contenuto armonico, specie della terza armonica. Poiché è vero che questo è un accordatore ma è anche un filtro: alla logica di controllo è demandato il compito di valutare la situazione e ottemperare al migliore adattamento, trasferimento e attenuazione possibile. Non siamo ancora alla fine del racconto ma vedete da voi leggendo che lo SPE Expert

K1-FA non è una macchina semplice eppure necessita di tutte queste precauzioni, e molte altre ancora sono necessarie al fine di produrre un apparato serio e non un semi-serio.

Allora parliamo, anche se brevemente, delle protezioni che sono veramente molte.

Intanto va considerato lo sviluppo non indifferente di calore: a smaltirlo provvedono ben sette ventole che girano a tre velocità diverse. Dapprima lente e lì stanno fintanto che la temperatura dei finali resta al disotto di 65°. Poi quando questa sale a 75° aumentano i giri. Se la temperatura sale a 85° il sistema di sicurezza mette il lineare a metà potenza; se poi dovesse salire ancora fino a 90° il sistema sicurezza mette allora l'amplificatore in stand-by anche perché a quel punto potrebbe esserci poco sfogo d'aria oppure il filtro anteriore sporco (non è detto che sia un problema interno, anzi di solito non lo è).

Lo smaltimento del calore o per meglio dire, il mantenimento dei Mosfet a temperature accettabili è demandato al montaggio di questi su un dissipatore speciale costituito da una piastra di rame spessa 6mm montata su un dissipatore di alluminio. Le superfici di accoppiamento sono lappate in modo da avere minime perdite termiche e poi c'è, come detto, il sistema di ventole con controlli.

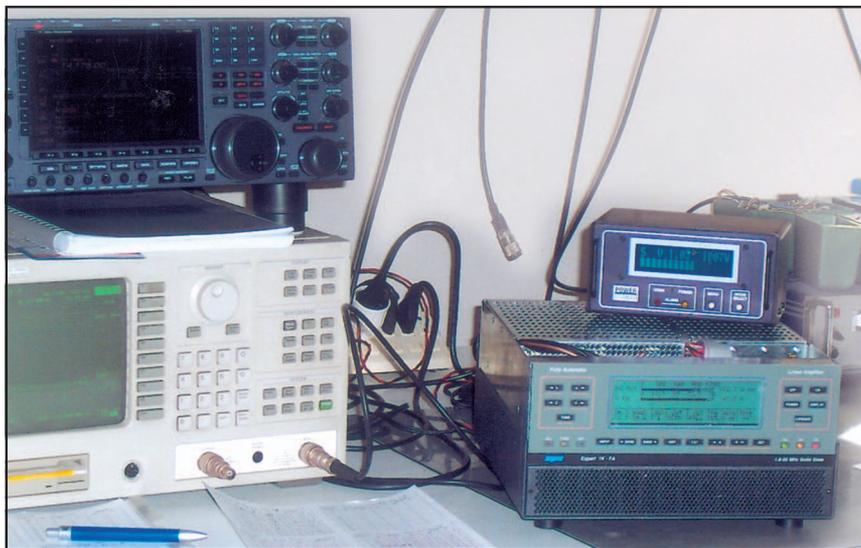
Delle protezioni ora sappiamo che c'è quella relativa al livello di pilotaggio: se la potenza di uscita fosse eccessiva il circuito di protezione provvede, via ALC del transceiver, a ridurla fino a rientrare nei limiti consentiti dalle possibilità del lineare.

Poi abbiamo la protezione da temperature eccessive.

Poi c'è la protezione da ROS verso l'antenna che, per quanto ben compensabile dall'azione dell'accordatore potrebbe anche, in taluni casi come l'antenna rotta o disconnessa, richiedere una protezione o anche il blocco dell'uscita di potenza.

Poi viene controllata la parità di prestazioni/correnti tra i tre stadi che, in corrette condizioni, hanno correnti ed erogazione di

Foto 4 – Prova Full-Pwr e misura dei watt di uscita: 1007 W su carico fittizio; pilota IC 7800.



potenza eguali: nel caso ci fosse-
ro delle disparità viene emesso
un allarme.

Questi gli allarmi e le protezio-
ni più evidenti.

Modi d'utilizzo

Lo SPE Expert 1K-FA viene di-
chiarato -fully automated- ma
può anche essere parzialmente
manuale; rimane totalmente au-
tomatico nelle funzioni proprie
mentre azionamenti, cambi di
banda, livello di potenza, altre
operazioni sono effettuabili an-
che manualmente. Si perde in
questo caso gran parte delle sue
peculiarità.

Utilizzato con un transceiver
moderno, che abbia almeno la
presa CAT, tutte le operazioni
sono effettuate in modo auto-
matico: al cambio di banda lo
SPE Exp. 1K-FA seleziona la
corretta antenna da impiega-
re (quattro sono le prese per al-
trettante antenne), predispone
il filtro, ovvero l'accordatore,
alla condizione base per la fre-
quenza che verrà usata e rima-
ne in attesa di misurare il livello
di potenza che proverrà dall'eccitatore. Al momento
della trasmissione si auto-rego-
lerà il livello di potenza immes-
so, va in misura il ROS e, se ne-
cessario, rapidamente l'accor-
datore si auto-sintonizza. L'operazione di accordo viene
effettuata a bassa potenza, cir-
ca 20W: pochi millisecondi e
siamo in trasmissione Full-
power.

C'è un supervisore a tutte que-
ste operazioni ed è il software
che contiene 13000 righe di soft-
ware: ha anche una bella scheda
zeppa di integrati e due microP,
senza questa sofisticatezza non
sarebbe possibile alcuna seria
funzione operativa.

All'operatore/OM resta co-
munque ancora qualcosa da
fare ed è soprattutto il controllo
visivo della situazione che appa-
re su un display grande e ben
leggibile.

Altra notevole possibilità è data
dal raccordo con un PC sullo
schermo del quale si ha una

completa visione delle situazioni
e tramite il mouse si ottengono
tutti i comandi possibili.

Avete capito che se è importan-
te la parte diciamo di hardware,
quella che in effetti produce la
potenza di uscita, altrettanto im-
portante è tutto il software, per
mezzo del quale sono possibili
intanto i controlli e le protezioni e
poi un completo interfacciamento
sia al transceiver che al PC.

Questo posiziona lo SPE 1K-FA
in posizione avanzata e moder-
na, al top dei migliori apparati
allo stato dell'arte odierno.

Misure

Ospite dell'ing. Scasciafratti
(IOZY) nel suo super strumentato la-
boratorio della SPE ho avuto modo
di verificare alcune misure su un
prodotto di normale produzione.

Qui di seguito sono le tabelle e
le foto relative ad alcune misure;
i diagrammi relativi alle analisi di
spettro a due toni, verificate per-
altro, sono pervenute alla SPE
da una analisi effettuata nei la-
boratori della FUNK-amateur e
vengono riprodotte, per conces-
sione dell'ing. Scasciafratti, in

Matricola 77 Data 21.02.07

FREQ.	FULL			HALF	
	W	I _A	P _R	W	I _A
1.8	1007	38,0	74,4	542	26,1
3.5	1022	40,4	47,0	538	28,8
7	978	42,8	96,6	497	31,2
10	1009	40,9	129,6	541	30,2
14	1015	45,0	41,4	533	31,4
18	1068	43,9	29,6	534	29,2
21	1026	42,1	42,3	497	30,9
25	1003	43,3	32,8	508	31,3
30	1059	43,1	33,6	538	29,7
50	819	39,5	2,9	407	28,8

Tabella 1
Misure dei livelli di potenza d'uscita

Sono misurate
Le potenze di uscita
Full-Pwr = W (watt)
Le correnti di alimentazione = I_A (A)
Livello di armonici ad accordo effet-
tuato = P_R (potenza riflessa)

Le potenze di uscita
Half-Pwr = W (watt)
Le correnti in Half-Pwr = I_A (A)

Complete di matricola dell'apparato
in prova.

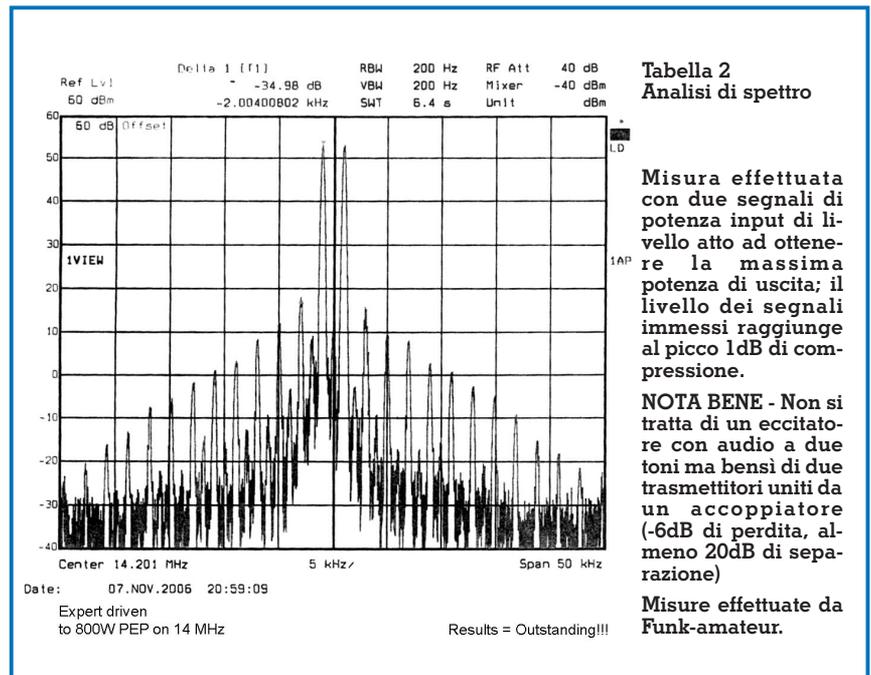
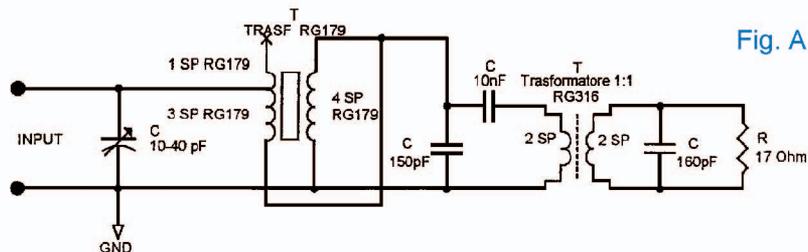
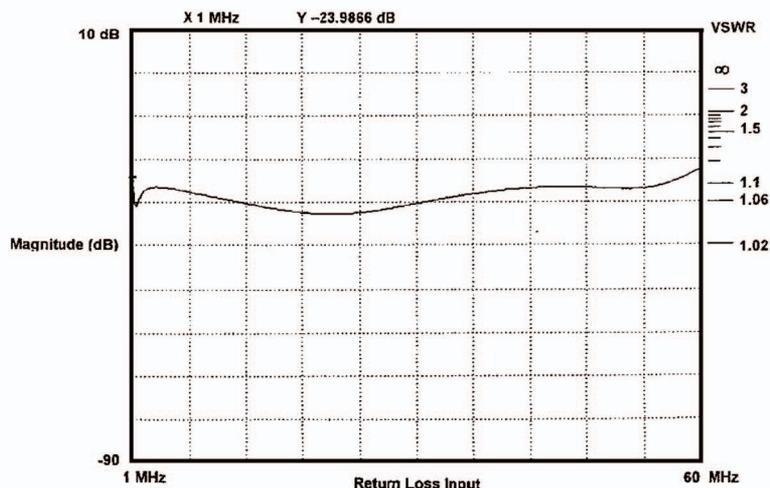


Tabella 3 - Return Loss input



Il Return Loss di input è quanto "vede" il Transceiver al pilotaggio, nelle ordinate di destra l'equivalente ROS; la fig -A- è lo schema base dell'adattamento di input.

quanto effettuate in condizioni molto serie, degne della miglior attenzione.

Commenti

Prima di tutto vorrei dire che il lineare in oggetto è un prodotto italiano al top della tecnica: non necessita di pre-riscaldamento, non bisogna accordare, cambia automaticamente le antenne, gestisce contemporaneamente due transceivers, il tutto muovendo solo la sintonia dell'RTX. Questo spiega perché in brevissimo tempo si è imposto all'attenzione mondiale. Sono stato a vedere dove è stato generato, progettato e sperimentato e dove ora vengono collaudati gli amplificatori SPE Expert 1K-FA.

Ne ho visti di finiti, da finire con le parti ancora separate da montare, ho potuto controllare e vedere come sono "dentro" e devo dire che ben raramente nelle mie numerose visite a laboratori di progetto ho constatato un così elevato livello di qualità nei materiali impiegati, nella cura effettuata nei montaggi, nei particolari anche più minuti.

Tutto questo non arriva per caso ma è frutto intanto di una ingegneria d'avanguardia nell'hardware e anche, indispensabile ormai, nel software.

La progettazione ha richiesto tra studi, prove, prototipi, lì c'è ancora il prototipo base, circa due anni che, alla fine, bisogna dire che sono stati spesi bene.

La SPE è un'azienda che ha alle spalle anni di studi e realizzazioni avanzate nel campo delle tecnologie delle misure elettroniche. Aggiungo che lo SPE Expert 1K-FA è certificato dall'Istituto superiore delle tecnologie dell'informazione sia con test sulla sicurezza che con il test della compatibilità elettromagnetica EMC, ed è anche certificato FCC negli USA.

Devo un grande ringraziamento all'ing. Scasciafratti ospite non solo di grande competenza ma anche di grande pazienza e signorilità per aver accolto e risposto a tutte le domande e alle strane richieste che gli ho presentato.

Foto 6 - Laboratorio prove con l'ing. Scasciafratti semi nascosto.

