

GENERATORE DI POTENZA A MICROONDE UTILIZZANTE
UN MESFET "INTERNALLY MATCHED".

G. Sinigaglia - G. Tomassetti - S. Romagnoli

Collaborazione tecnica di:

F. Magaroli - C. Bortolotti - S. Mariotti

Rapporto interno n. **81** /85

PREMESSA

Ci siamo più volte posti il problema di generare potenze dell'ordine del watt in banda X. Possibili applicazioni di un simile generatore, alcune delle quali connesse con la radioastronomia, altre utili per altri tipi di ricerche, sono:

1. Pilotaggio di moltiplicatori di frequenza per ottenere potenze inferiori ma a frequenze molto più alte.
2. Prove di propagazione nell'atmosfera per rilevarne eventuali anomalie correlate con la situazione meteorologica.
3. Misure del diagramma di direttività di antenna.
4. Ricerca di effetti biologici delle microonde.

Escludendo l'uso di tubi elettronici per il loro costo di impianto e di esercizio, i generatori a microonde possono essere costruiti usando diodi tunnel, diodi GUNN, diodi IMPATT, transistori bipolari e MESFET. Abbiamo scartato a priori i diodi tunnel per la loro limitatissima potenza ed i bipolari per la loro frequenza di taglio attorno ai 6 GHz (troppo bassa per il nostro uso).

L'uso di diodi GUNN ha dato ottimi risultati per potenze inferiori ai 150-200 mW. Diodi capaci di erogare circa 0,5 W sono reperibili ma ad essi sono sempre associati problemi di dissipazione termica che se non ben risolti conducono alla distruzione del diodo in breve tempo. Infatti i diodi GUNN hanno un rendimento inferiore al 3%, perciò la potenza dissipata da un diodo che fornisce 0,5 W è di ben 15 W. Si tenga conto del fatto che le dimensioni massime di tali componenti per banda X sono di circa 2 mm.

In seguito sono stati sperimentati diodi IMPATT aventi un rendimento prossimo al 10%. In tal caso la dissipazione è sensibilmente ridotta, pur costituendo ancora un problema non trascurabile. Molto più grave si è però dimostrata la sensibilità degli IMPATT ai transistori di tensione e di corrente, che può causarne la facile rottura in sede di sperimentazione.

Anche quando, prese tutte le precauzioni del caso, siamo riusciti ad evitare esiti letali, i diodi IMPATT si sono dimostrati poco affidabili e soprattutto poco prevedibili. La loro frequenza di funzionamento e soprattutto la purezza del segnale emesso dipende in modo critico dal carico, rendendo indispensabile l'uso di costosi circolatori in qualsiasi applicazione pratica.

L'uso di MESFET di potenza, facilitato dalla recente comparsa sul mercato internazionale di modelli adattati a larga banda (ad es. 9-11 GHz) all'interno del contenitore (case) ci è sembrata fornire la soluzione più conveniente. Il generatore che nel seguito sarà descritto è perciò formato da un oscillatore a diodo GUNN di potenza moderata che pilota un amplificatore finale di potenza a MESFET.

SCHEMA DEL GENERATORE

In Fig. n. 1 è indicato lo schema a blocchi del generatore, in Fig. n. 2 la sua struttura meccanica.

L'oscillatore impiega un diodo GUNN MA49158 e fornisce una potenza massima di 150 mW. L'alimentazione è effettuata attraverso un filtro eliminabanda formato da tratti $\lambda/4$ di coassiale alternativamente a bassa e alta impedenza.

La potenza uscente dal GUNN può essere ridotta a valori molto bassi introducendo nella guida una carta grafitata attraverso una fessura longitudinale. La carta è manovrabile dal pannello mediante una rotella zigrinata che agisce tramite una funicella di nailon tenuta tesa da una molletta a spirale. La guida d'onda contiene un lanciatore di modo TE_{01} che si trova a circa $\lambda/4$ dal cortocircuito terminale. Il lanciatore è direttamente connesso al gate del MESFET che è del tipo Hughes C2422H-1000 e che si trova fuori della guida, fissato mediante i terminali di source ad un blocchetto di rame. Le funzioni di dissipatore termico, di ritorno di massa del MESFET e di collegamento meccanico tra la guida d'ingresso e la guida di uscita sono tutte espletate da tale blocchetto. Alla seconda guida, parallela alla

precedente, viene applicata, tramite un secondo lanciatore, la potenza uscente dal drain del MESFET amplificatore. Le tensioni continue (+ 9.5 V al drain e - 1.5 V al gate) sono applicate tramite filtri passa basso costituiti da una linea $\lambda/4$ ad alta impedenza e da due celle RC. Le celle di drain hanno $R=2,5$ ohm e provocano in c.c. una caduta di circa 2 Volt.

La potenza iniettata nella guida di uscita attraversa un accoppiatore direzionale a croce. La linea secondaria di tale accoppiatore ha alle sue estremità due transizioni guida-coassiale che permettono l'applicazione di due attenuatori da 3 dB con funzione di pad, ossia rendono non riflettenti i rivelatori a diodo ad essi connessi. Le uscite dei rivelatori a diodo, regolate con trimmer potenziometrici, sono connesse una alla volta allo strumento indicatore sul pannello. Mediante una opportuna calibrazione è così possibile misurare la potenza diretta alla bocca di uscita della guida oppure la potenza riflessa. In aggiunta a quanto descritto ed a qualche vite di regolazione introducibile nelle guide per migliorare l'adattamento dei lanciatori, il generatore contiene due piccoli alimentatori stabilizzati di produzione commerciale (NEUTRON OFS12B/S e ATN5/S) oltre ad interruttore di accensione, fusibili e lampada spia.

PROVA DEL GENERATORE E SUA CALIBRAZIONE

Il segnale uscente dal generatore è stato misurato con bolometro HP ed è risultato superiore a 600 mW. Il valore esatto varia sensibilmente al variare della temperatura. Attenuando tramite il comando sul pannello frontale il segnale che pilota l'amplificatore la potenza in uscita si riduce a circa 40 mW.

La frequenza del segnale generato è di 9700 MHz. Dati gli scopi a cui è, per il momento, destinato il generatore non ci si è preoccupati eccessivamente della stabilità della frequenza. In caso di necessità, con piccole modifiche all'oscillatore, sarebbe possibile sincronizzarlo ad un campione

di frequenza.

E' stato costruito per punti un grafico della potenza di uscita in funzione della indicazione di un microamperometro connesso al rivelatore della potenza diretta (Fig. n. 4). Analogo grafico è stato costruito per la potenza riflessa: poichè si suppone che nelle applicazioni pratiche la potenza riflessa sarà sensibilmente inferiore alla diretta, il rivelatore della potenza riflessa è stato regolato per una sensibilità circa doppia. Per potenze superiori ai 200 mW i rivelatori hanno caratteristica pressochè quadratica. Per potenze molto piccole la resa dei diodi si riduce fortemente, perciò non è possibile leggere sullo strumento potenze minori di 100 mW. Se in futuro ciò dovesse risultare necessario si potrà aumentare la sensibilità dello strumento mediante un semplice amplificatore operazionale con guadagno commutabile 1-10-100 come in Fig. 3.

USI PREVISTI PER IL GENERATORE

1. Il generatore potrebbe essere usato per pilotare moltiplicatori di frequenza a varactor per ottenere segnali ad onde millimetriche. Data la notevole potenza di uscita potrebbe essere accettato un basso rendimento del moltiplicatore con probabili effetti favorevoli sulla sua stabilità. Non vi sono attualmente programmi radioastronomici ben definiti che implicino l'uso delle onde millimetriche, ma è ovviamente opportuno conoscere le tecniche connesse che prima o poi diverranno sicuramente utili.
2. Sono già state effettuate negli anni scorsi prove più o meno sistematiche (rif.1,2,3) di propagazione delle microonde nell'atmosfera. Tali prove hanno dimostrato la frequente esistenza di anomalie che sono correlate principalmente col contenuto di vapor d'acqua della bassa atmosfera. Le prove sono state effettuate con piccole potenze (10-40 mW) e la loro ripetizione con potenze di almeno un ordine di grandezza superiori potrebbe fornire nuove informazioni utili, anche in relazione agli effetti sui dati radioastronomici raccolti dal sistema VLBI di Medicina.

3. Nel caso sia necessario effettuare misure del diagramma di antenne a microonde (ad esempio illuminatori per paraboloidi) la disponibilità di un generatore di una certa potenza potrà migliorare la precisione della misura dei lobi secondari. Infatti in tal genere di prove se effettuate coi normali generatori da laboratorio, spesso i lobi secondari sono mascherati dal rumore di fondo.
4. Una utilizzazione immediata del prototipo di generatore potrà trovarsi nello studio di effetti biologici delle microonde. E' prevista una prima serie di prove di irradiazione di semi selezionati di graminacee e di successiva germinazione in ambiente controllato. Si vuole determinare l'eventuale correlazione tra la dose di radiazione elettromagnetica assorbita e le caratteristiche di germinazione. L'irradiazione avverrà in una cavità unimodale (guida d'onda standard cortocircuitata). In successive prove potranno essere usate l'irradiazione in spazio libero e in cavità multimodali in cui il campo sia reso mediamente uniforme mediante "stirrers". Tali metodi di applicazione potrebbero anche permettere l'irradiazione durante la germinazione, cioè nel momento in cui si presume che sia massima la sensibilità dell'organismo vivente alle perturbazioni esterne. L'uso di un accoppiatore direzionale a 10 dB (Fig. n. 5) permetterà la contemporanea irradiazione di due campioni biologici con intensità aventi tra loro rapporto 1/10

RINGRAZIAMENTO

I MESFET di potenza usati, nonchè i diodi IMPATT impiegati nelle prove preliminari sono stati acquistati mediante un finanziamento MPI destinato a ricerche biofisiche.

Il lavoro è stato eseguito utilizzando il laboratorio microonde dell'Istituto di Radioastronomia del CNR di Medicina (Bologna).

BIBLIOGRAFIA

1. G. Tomassetti, R. Ambrosini, M. Caporloni: "Osservazioni sperimentali di propagazione anomala in banda X", ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI, Anno XXVIII, n. 1, 1979, pp. 19-22.
2. G. Tomassetti, R. Ambrosini, M. Caporloni, G. Steffè: "Misure di efficienza ed evoluzione temporale di propagazione anomala in banda X", ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI, Anno XXIX, n. 3, 1980.
3. M. Caporloni, R. Ambrosini, G. Tomassetti: "Meteorological Utilisation of Horizontal Microwave Propagation Measurements", CHEMOSPHERE, Vol. 10, n. 5, pp. 461-467, 1981.

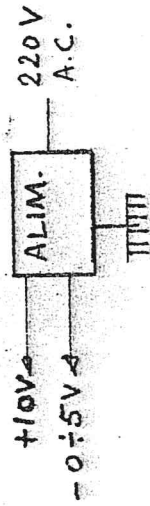
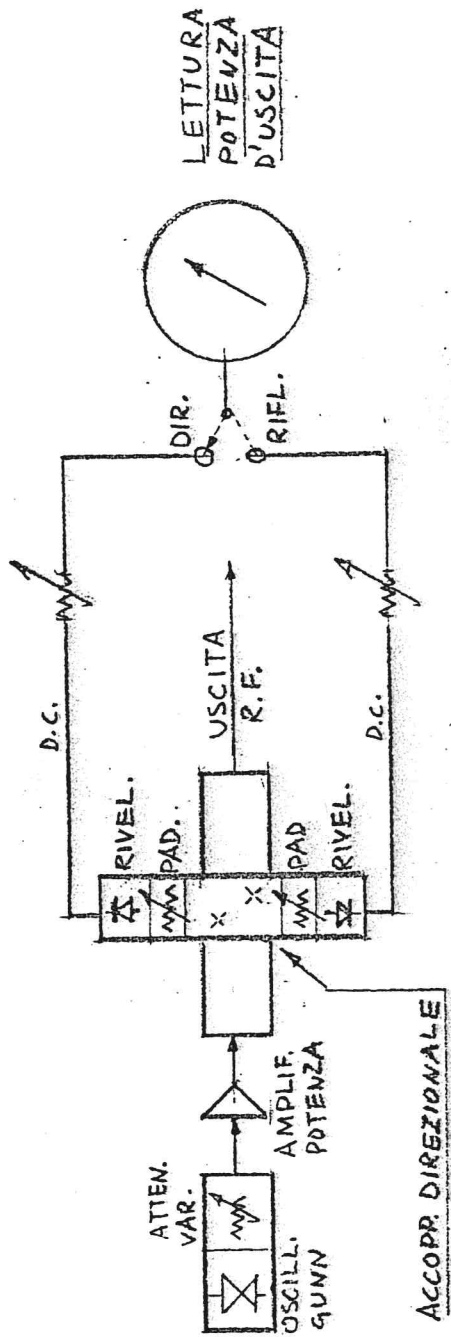


FIG. 1

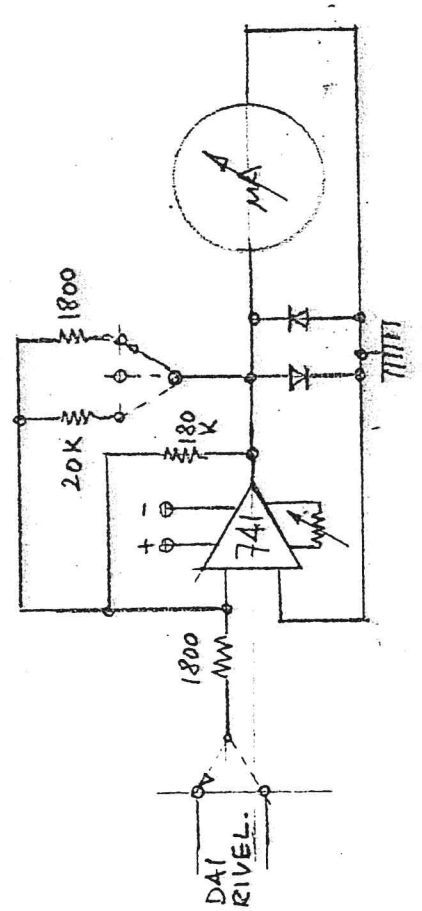


FIG. 3

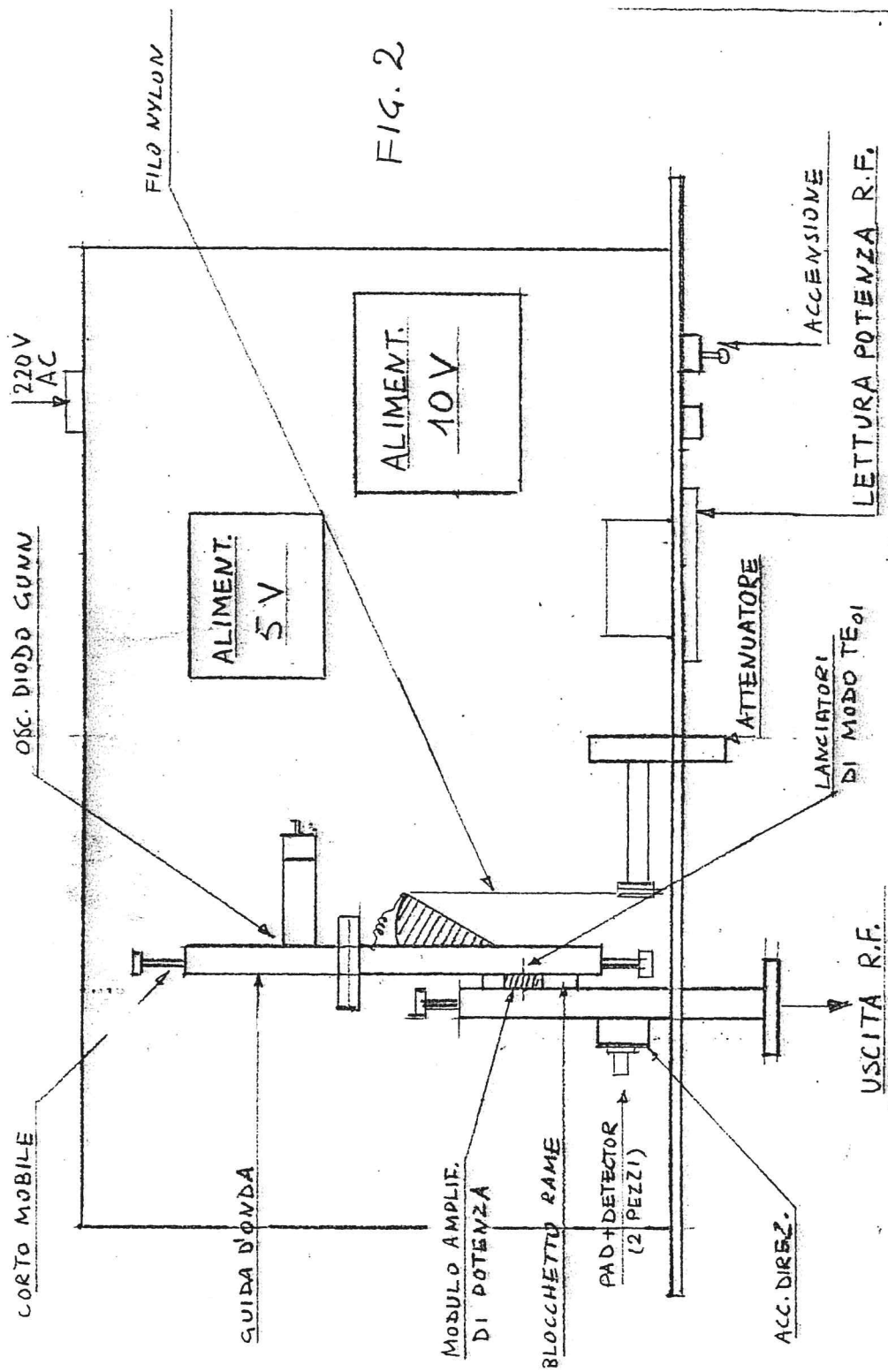


FIG. 2

FIG. 4

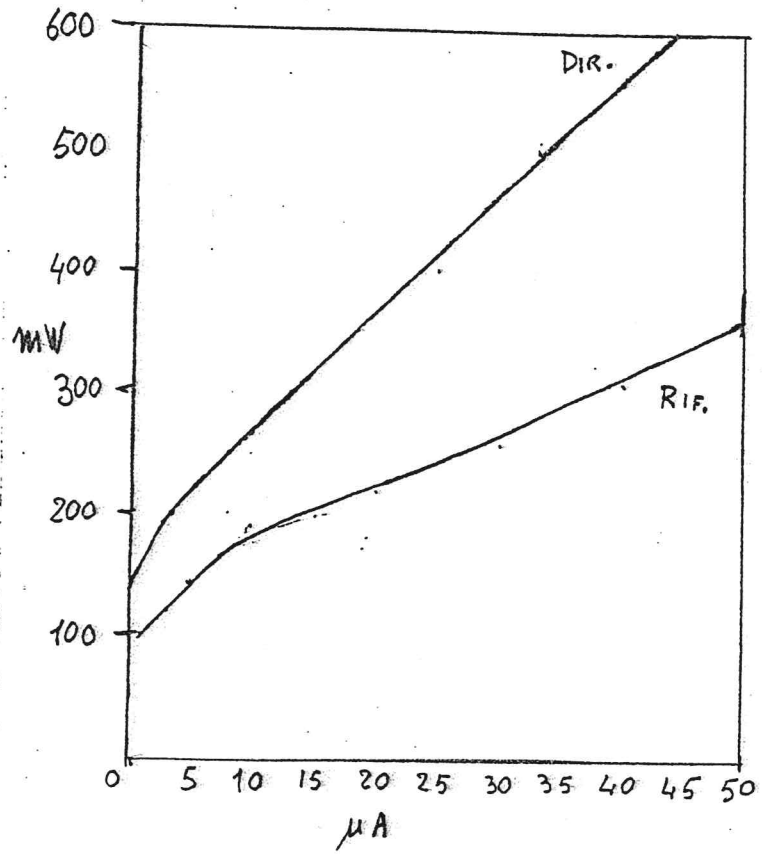


FIG. 5

