



Il tweeter al plasma

ATTENZIONE: I tweeter oggetto di questo articolo utilizzano tensioni elevate, irradiano forti campi elettromagnetici (Figura 01) e producono ozono. Niente di preoccupante, ma comunque sufficiente a classificare questi oggetti come potenzialmente pericolosi. Replicateli solo se avete l'assoluta certezza di quello che state facendo.

INTRODUZIONE

Tutti sappiamo che il suono si propaga per mezzo di onde di pressione attraverso l'aria che ci circonda. Tali onde di pressione penetrano nel nostro orecchio, sollecitano il timpano e fanno muovere tutta la catena di ossicini che a loro volta stimolano i nervi causando, appunto, la percezione del suono. Analogamente, tutti sappiamo che queste onde di pressione possono essere generate tramite un altoparlante: il cono (movimentato dalla bobina mobile a sua volta alimentata dall'amplificatore), muovendosi, provoca lo spostamento dell'aria la formazione delle onde di pressione. Esistono molti altri metodi per la creazione delle onde di pressione; di particolare interesse, non fosse altro che per l'aura di mistero che la circonda, è l'impiego di una scarica elettrica. Che una scarica elettrica possa produrre un rumore non è certo un mistero: basta pensare ai tuoni o anche all'accendigas piezoelettrico. Lo strano (ma solo perchè non fa parte dell'esperienza di tutti i giorni) è associare la scarica non tanto ad uno schiocco, quanto, piuttosto, ad un suono. Per dirla tutta, tutto iniziò nel lontano 2002, quando (Ales)Sandro Furlanetto pubblicò il suo "Tweety" proprio su CHF. Allora mi sembrò un'idea talmente balzana e originale che ... spinto dalla curiosità iniziai una ricerca che mi ha portato a costruire due diverse famiglie di tweeter e a scoprire che il tweeter al plasma coinvolge un insieme talmente vasto di discipline, di tecniche e di soluzioni che lo rendono estremamente affascinante. Bene, in questo articolo cercherò di riassumere i risultati della ricerca che ho condotto in questi ultimi 10 anni. Ricerca che è ben lontana dall'essere conclusa, ma che merita di essere raccontata.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Prima di procedere è però necessario dare una giustificazione, almeno qualitativa, del perchè il tweeter al plasma

funziona. Immaginiamo una scarica elettrica che esca da un elettrodo appuntito: una scarica a corona, non un arco fra due elettrodi.





COVER STORY

Semplificando il più possibile, possiamo pensare che la scarica sia composta da aria estremamente calda (in realtà ci saranno anche ioni e un po' del metallo dell'elettrodo vaporizzato a causa dell'alta temperatura, ma per i nostri scopi è sufficiente pensare che sia solo aria calda). La scarica ha delle dimensioni limitate, per cui è ragionevole pensare che in una certa posizione sia collocata una superficie di separazione fra l'aria calda della scarica e l'aria fredda dell'ambiente (che hanno densità diverse e quindi sono distinguibili). A questo punto immaginiamo di riuscire ad aumentare le dimensioni della scarica. Ne consegue che la superficie di separazione con l'aria fredda si sposta allontanandosi dall'asse dell'elettrodo. Viceversa, se le dimensioni della scarica si riducono allora la superficie di separazione si avvicina all'asse dell'elettrodo. Immaginiamo ora di modulare la dimensione della scarica con un andamento periodico: otteniamo un corrispondente spostamento periodico della superficie di separazione. Ma muovere la superficie di separazione vuol dire muovere anche l'aria fredda che circonda la scarica. Il risultato è del tutto analogo a quanto avviene con



Figura 01: a causa dell'intenso campo elettrico un tubo al neon si illumina perfettamente semplicemente avvicinandolo all'elettrodo

un normale altoparlante: si producono onde di pressione. Di conseguenza, se riusciamo a modulare la dimensione della scarica con un segnale audio otteniamo un suono udibile. Si parla di tweeter perché la scarica è generalmente di piccole dimensioni, riesce a muovere piccole quantità di aria e si

presta quindi solo alla riproduzione delle alte frequenze. In linea di principio, aumentando le dimensioni della scarica aumenta la pressione acustica realizzabile e si abbassa la frequenza di taglio. La scarica funziona da trasduttore acustico con un metodo meccanico del tutto simile a quello degli

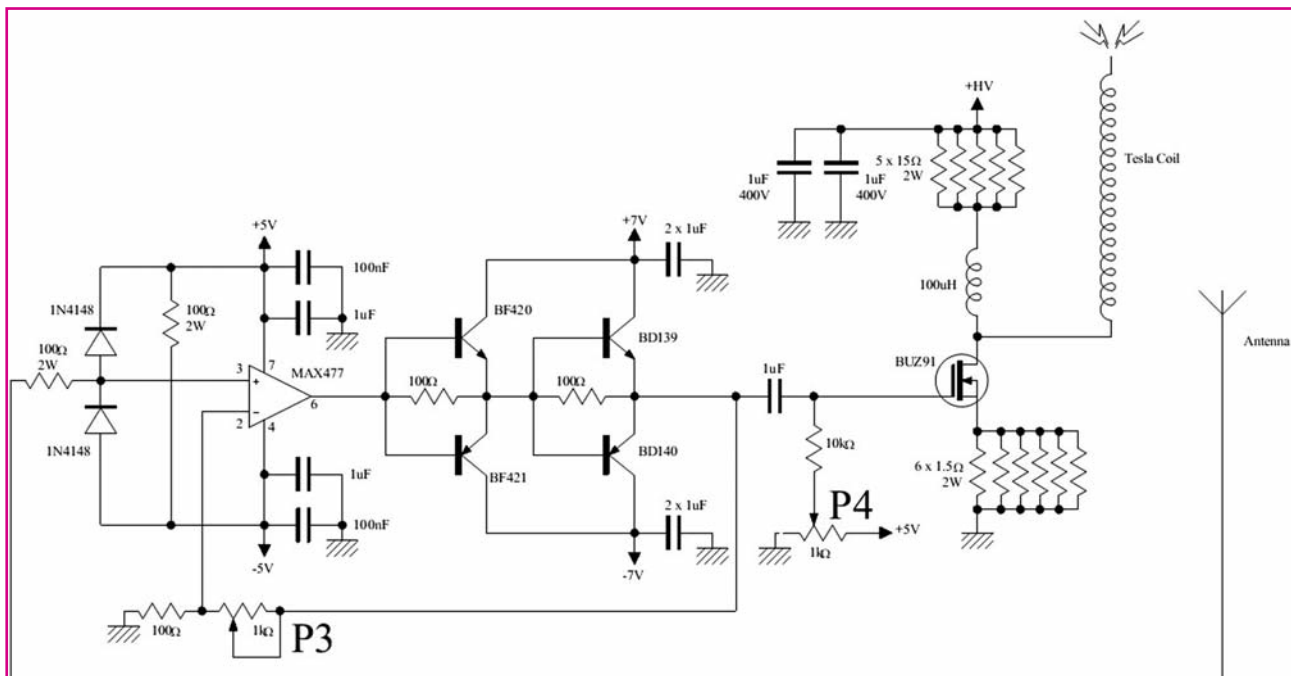


Figura 02: driver RF per la bobina di Tesla





COVER STORY

za di qualche MHz e che sia modulabile? Il modo più “semplice” è la bobina di Tesla! La bobina di Tesla è generalmente nota per la possibilità di produrre tensioni estremamente elevate (anche svariate centinaia di kV) con le quali scoccare scintille di notevole lunghezza (in giro per la Rete si trovano varie realizzazioni amatoriali che, alimentate con qualche kW, producono fulmini lunghi anche più di un metro!). Secondo una prima approssimazione (molto, ma molto approssimata: su www.diegobarone.it gli interessati potranno trovare una trattazione rigorosa), la bobina può essere vista come una specie di circuito risonante LC. Se tale circuito viene in qualche modo sollecitato esattamente alla frequenza di risonanza, allora ai suoi capi si sviluppa una tensione molto elevata legata, secondo una legge di proporzionalità non del tutto lineare, alla potenza con cui la bobina è effettivamente alimentata. La tensione prodotta potrà essere talmente elevata da innescare una scarica a corona. Ci servirà quindi un driver a radiofrequenza che sia in grado di alimentare la bobina di Tesla agganciandosi esattamente alla frequenza di risonanza. In giro per la Rete si trovano centinaia di schemi di questi driver, per la maggior parte accomunati dall'utilizzo del pentodo EL519 e strettamente imparentati con il Dukane 14A435A venduto con il marchio IONOVAC negli anni '60: si confronti il sito www.ionovac.com. Per il mio tweeter ho sviluppato un driver completamente allo stato solido: non è stato facile, perché il minimo errore comporta l'immediata rottura del mosfet di potenza (di errori, durante lo sviluppo, se ne fanno tanti, soprattutto se non si ha ancora ben capito come funziona la bobina); tuttavia il risultato è stato il driver di Figura 02. Questo circuito non ha niente di magico né veramente innovativo: è la traduzione in chiave semiconduttori del circuito a valvole universalmente impiegato. Brevemente: la bobina è alimentata direttamente dal drain un mosfet (il comune BUZ91, caratterizzato da tensione massima 600V e corrente massima 8A), a sua volta pilotato in maniera molto “robusta” da un driver



Figura 04: Il prototipo del tweeter a corona: dalla gabbia di schermo esce solo l'elettrodo scintillatore. I due strumenti sul frontale indicano la tensione di “bias” del driver a RF e il livello di modulazione

costituito da un amplificatore operazionale opportunamente bufferato per consentirgli di erogare correnti dell'ordine degli ampere. Le resistenze sul source servono a stabilizzare il punto di lavoro evitando la deriva termica, mentre le resistenze sul drain contribuiscono a limitare la corrente impulsiva nel mosfet e a dare il giusto contributo alla risposta in fase dell'insieme “induttore di drain – bobina di Tesla” in modo da consentire il corretto aggancio della frequenza di risonanza. Il segnale di ingresso per l'amplificatore-driver di gate viene prelevato con una piccola antenna che andrà collocata nelle immediate vicinanze del-

l'elettrodo di alta tensione. In questo modo si chiude un anello di reazione che sfrutta la risposta in frequenza della bobina di Tesla per agganciarsi esattamente alla sua frequenza di risonanza garantendo così il corretto funzionamento. Tutti i componenti sono indicati a schema con la sola eccezione dell'induttore di carico di drain. In quella posizione è necessario un induttore da 100uH, che sopporti una corrente massima di almeno 1A e abbia frequenza di risonanza superiore ai 20MHz. Io ho usato un induttore Epcos venduto da RS con il codice xxxxxx. Ovviamente non è l'unica soluzione ma, poiché entra a far parte





COVER STORY



Figura 05: Particolare del dissipatore utilizzato per i mosfet del driver RF e del modulatore e dei due piccoli ventilatori utilizzati per garantire un minimo di circolazione d'aria.



Figura 06: All'interno della gabbia di schermo è collocato il driver a RF suddiviso in due schede: quella superiore contiene le resistenze di carico di drain e i condensatori di filtro dell'alimentazione HV. Sulla scheda inferiore è realizzato il driver del mosfet: si noti il filo rigido di rame che proviene dal distanziale in teflon nei pressi della bobina e si collega alla scheda driver. Tale filo costituisce l'antenna che preleva il campo irradiato e consente l'aggancio della frequenza di risonanza

della risposta dell'anello di reazione assieme alla bobina di Tesla, è piuttosto critica e non è detto di indovinare il componente giusto al primo tentativo. La bobina di Tesla è realizzata avvolgendo un'ottantina di spire di filo da

0.28mm su un diametro di una ventina di millimetri. Come supporto ho usato un bottiglietta di pyrex comprata in un negozio di forniture per laboratori chimici. Sul tappo della bottiglietta ho fissato un distanziale esagonale M3 con

funzione di supporto dell'elettrodo scintillatore. La realizzazione della bobina è piuttosto critica: modificarla vuol dire alterare sia la frequenza di lavoro che altri parametri (come l'impedenza di ingresso e il "guadagno di tensione" alla risonanza) che a loro volta alterano la risposta dell'anello. Di conseguenza: attenzione a come costruite la bobina, perché non è detto che le eventuali modifiche apportate (seppur piccole) non abbiano risvolti talmente negativi da impedire il funzionamento del driver. Tutte le alimentazioni del driver sono prodotte dall'alimentatore della Figura 3. Al fine di garantire la miglior qualità possibile delle alimentazioni, i due regolatori di tensione ed i relativi condensatori di bypass della RF devono essere collocati molto vicino all'amplificatore operazionale e ai buffer dello stadio driver. La linea di "alta tensione" è ricavata con un mosfet FDH44N50 in configurazione inseguitore: il gate è alimentato da una continua stabilizzata (realizzata essenzialmente con un 7824 opportunamente "sollevato" e aiutato) a cui è sovrapposta la modulazione. In questo modo si riesce a modulare la potenza erogata dal driver RF e, di conseguenza, le dimensioni della scarica a corona. Complessivamente sono disponibili 4 regolazioni:

- P1: regola la tensione di alimentazione del driver RF in assenza di modulazione.

Definisce quindi una sorta di "bias" alla scarica e va regolato per la massima pressione acustica indistorta.

- P2: va regolato per una corrente di circa 5mA nella coppia di BF420 che compongono il modulatore.

- P3: definisce il guadagno d'anello del driver RF e va regolato per il corretto innesco dell'oscillazione.

- P4: impone la corrente di polarizzazione del mosfet del driver RF in assenza di oscillazione.

Per la corretta regolazione occorre partire col cursore tutto verso massa. Fornendo l'alimentazione, il driver rimarrà "morto" e non produrrà alcuna oscillazione. Ruotare quindi il cursore molto lentamente fino all'innesco dell'oscillazione. Un ulteriore aumento della polarizzazione non causa un





miglioramento delle prestazioni ma solo un incremento della potenza dissipata. L'insieme driver RF + Alimentatore/Modulatore è piuttosto semplice e funziona bene, ma richiede una costruzione accurata. Tenete presente che lavora attorno ai 10MHz per cui deve essere costruito quasi come un trasmettitore radio: i collegamenti devono essere mantenuti molto corti e soprattutto i vari blocchi funzionali devono essere organizzati in maniera da isolare le varie funzioni. Mi spiego:

- tutto il driver a RF deve essere tenuto vicino al mosfet di potenza e alla bobina di Tesla.

- Occorre garantire, tramite appositi schermi elettromagnetici, che il campo prodotto dalla bobina non si accoppi con il driver, altrimenti ne disturba il funzionamento impedendo il corretto aggancio della frequenza e causando la rottura del mosfet.

- L'alimentatore/ modulatore deve essere completamente schermato dalla bobina di Tesla, altrimenti, complice il guadagno dello stadio modulatore, la scarica non produrrà alcun suono ma solo... pernacchie e rumoracci.

A questo scopo ho realizzato il tweeter all'interno di una scatola di alluminio di 120x170x45mm. All'interno della scatola ho realizzato l'alimentatore/modulatore. All'esterno ho messo tutta la parte RF e il trasformatore toroidale di alimentazione. La schermatura fra bobina e driver RF è realizzata con dei ritagli di bassetta ramata e profilati di alluminio. Infine, tutta la parte RF è racchiusa dentro una gabbia con funzione schermante dalla quale esce il solo elettrodo "scintillatore". Le foto (04, 05, 06, 07, 08) dovrebbero aiutare più di tante parole. Non fornisco ulteriori dettagli su questa realizzazione: chi si avventura deve avere quel misto di esperienza e manualità e la disponibilità di adeguata strumentazione in modo da poter gestire autonomamente tutte le innumerevoli variabili che inevitabilmente si infilano fra la descrizione e la realizzazione pratica.

LE PRESTAZIONI OTTENUTE

Il mio tweeter è stato testato nel Laboratorio di Acustica presso il Politecnico di Milano (un sincero gra-



Figura 07: Particolare della bobina di Tesla e del filo rigido usato come antenna

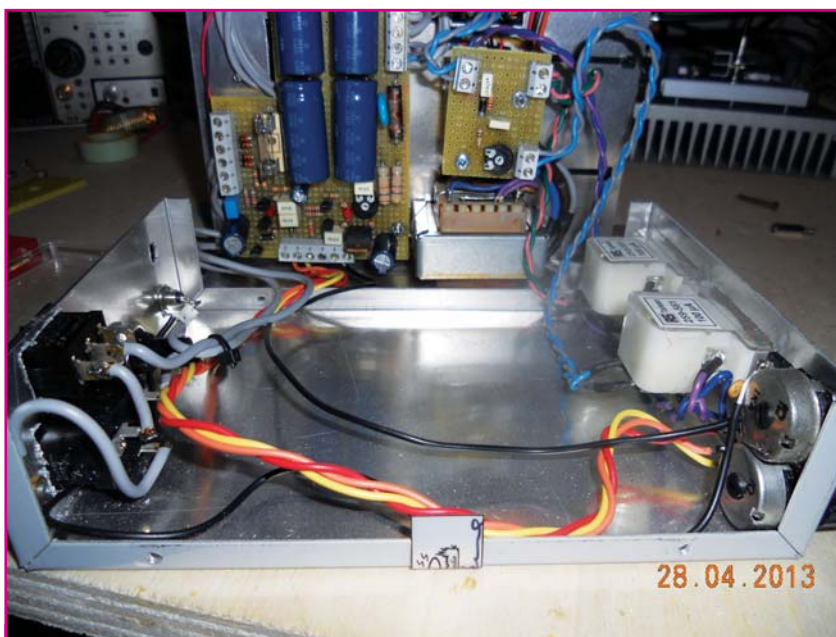


Figura 08: All'interno della scatola è presente il piccolo trasformatore per l'alimentazione +7V del driver RF e la scheda dell'alimentatore/modulatore

zie al Prof. Livio Mazzarella, all'ing. Roberto Fumagalli e alla dott.ssa Sonia Astorino per l'aiuto offerto), in particolare misurando la risposta in frequenza, la distorsione e la direttività (Figure 09, 10, 11, 12, 13, 14).

LO IONOPHONE

Lo IONOPHONE è un brevetto di tal

Sigfried Klein (credo sia databile attorno agli anni '50) e costituisce la famosa "camera di combustione" tipica dei tweeter IONOVAC. E' un metodo per:

- aumentare la pressione acustica realizzata dalla scarica
- annullare la produzione di ozono
- consentire l'accoppiamento della scarica ad una tromba





COVER STORY

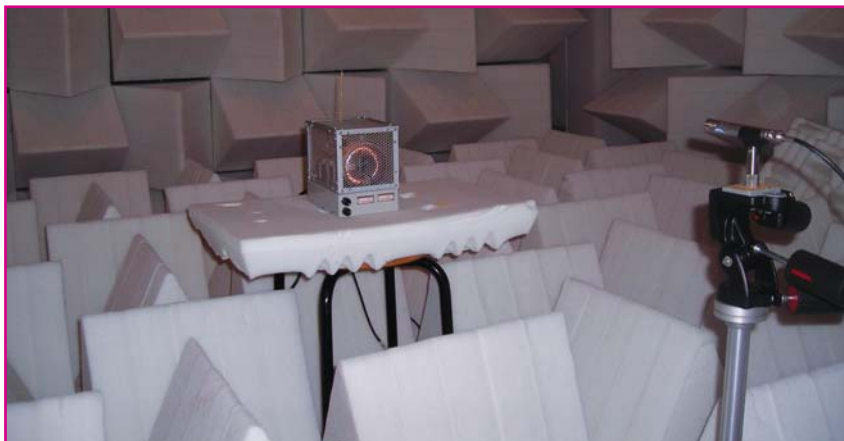


Figura 09: il tweeter collocato al centro della camera anecoica



Fig. 10: "panoramica" del tweeter e dei microfoni di misura.

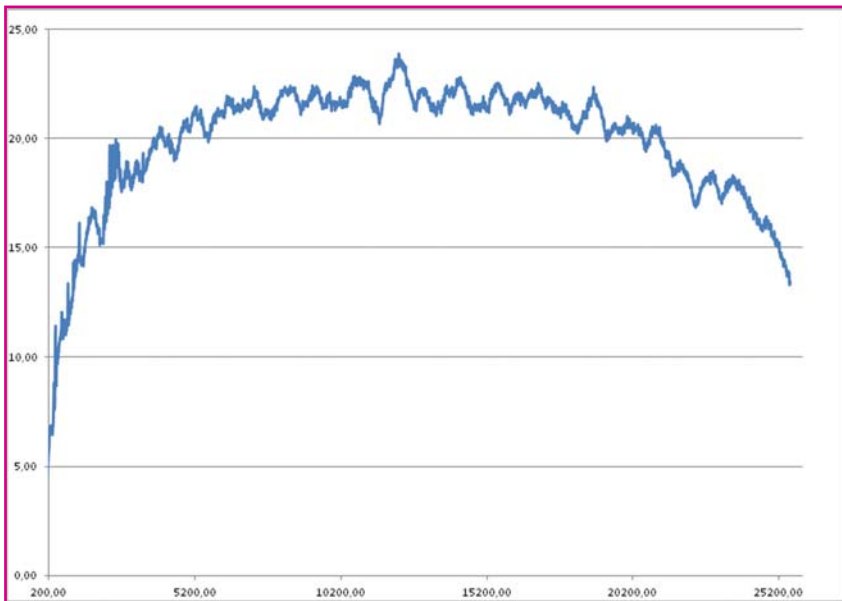


Figura 11: (asse verticale: pressione sonora SPL in dB; asse orizzontale: frequenza in Hz) : risposta in frequenza a 1m. Questa misura suggerisce che il tweeter può essere utilmente impiegato a partire dai 5kHz. Il decadimento oltre i 20kHz è da imputare in parte al sistema di misura ed in parte al modulatore.

Lo Ionophone è essenzialmente composto da un elettrodo di platino coassiale ad un tubo di quarzo (materiali scelti per resistere all'alta temperatura). Il tubo di quarzo è a sua volta circondato da una camera in cui è praticato il vuoto per garantire il necessario isolamento termico e innalzare la temperatura all'interno della camera (Figura 15). Di conseguenza, rispetto alla scarica in aria libera, viene riscaldata una maggiore quantità di aria a temperatura superiore. I vantaggi sono:

- la scarica non vibra, resta quasi perfettamente ferma ed il rumore è annullato anche per frequenze relativamente basse (io l'ho provato con un primo prototipo del tweeter che lavorava attorno a 1MHz). Permane soltanto un leggero soffio, ma è quasi impercettibile a camera di combustione calda.
- Lo IONOPHONE può essere accoppiato ad una tromba aumentando così la pressione acustica a livelli piuttosto alti. Si risolve anche il problema dell'Ozono. Infatti la scarica a corona, in aria libera, produce una certa quantità di Ozono perfettamente avvertibile "a naso", ma innalzando la temperatura questo gas si decompone nuovamente in ossigeno.

COME COSTRUIRE UNO IONOPHONE?

Per una versione *homemade* servono un tubetto di vetro del diametro di 12/15 mm e lungo 35/40mm: per provare si può usare una fiala di un campione di profumo. Tuttavia, il vetro di scarsa qualità tende a sciogliersi e bruciare (col tempo si forma un punto carbonizzato che attira e vincola la scarica in un punto aumentando la distorsione); pertanto, per una versione definitiva, occorre:

- un tubo di pyrex oppure un pezzo del bulbo di una lampada alogena (piuttosto facile da tagliare col disco diamantato del dremel);
- un tondino in acciaio inox (diametro 3mm) appuntito ad un'estremità
- un distanziale in Teflon
- un distanziale in acciaio inox.

Nella Figura 16 una vista d'insieme dei vari componenti pronti per essere assemblati. L'elettrodo è incastrato dentro il distanziale di acciaio (ho





usato un pezzetto di alluminio da cucina per favorire il bloccaggio) e ho avvolto qualche giro di nastro di carta per fare spessore (e garantire il successivo bloccaggio delle parti con tubetto termorestringente). Il tutto deve essere assemblato in modo che l'elettrodo spunti per circa un centimetro dentro il tubo di vetro (Figura 17). Mi raccomando, non usate colle (né Attack, né le varie bicomponenti, né le colle a caldo) perché si squagliano con le alte temperature, sono pur sempre conduttive (anche se di poco) e l'alta tensione va a scaricarsi su di esse carbonizzandole in pochi secondi e, se anche non bruciano, sono fonte di inaccettabile distorsione (perché "tirano" la scarica in una certa posizione impedendole di muoversi liberamente). Quindi, nel dubbio, mettere un secondo strato di termorestringente. Attenzione: il termorestringente è relativamente conduttore (consideriamo che con diverse decine di kV resistenze enormi tirano correnti non più trascurabili), pertanto occorre fare in modo che la punta dell'elettrodo stia almeno 6-7 mm oltre il bordo del termorestringente. In alternativa si può usare un piccolo imbuto di pyrex nel quale far affiorare l'elettrodo. L'imbuto può facilmente essere accoppiato ad una tromba (figura 18). Insomma, potete divertirvi a sperimentare un'infinità di soluzioni. Ovviamente con la tromba si perde l'emissione sferica, e si introduce la risposta della tromba con tutti i suoi pregi/difetti.

TWEETER AD ARCO

In questo caso viene utilizzata non una scarica a corona, ma un vero e proprio arco voltaico fra due elettrodi. E' evidente che l'eventuale modulazione potrà agire soltanto sulla sezione della scarica, poiché la lunghezza è saldamente vincolata dalla distanza fra gli elettrodi. Di conseguenza il diagramma di radiazione sarà assimilabile ad un cilindro. Ad un confronto diretto, il tweeter a corona è sicuramente più coinvolgente e... magico, non fosse altro che per la piccola scintilla che sembra perdersi nell'aria. Con il tweeter ad arco è più semplice (intendiamoci, con questi oggetti il "semplice" va sempre inteso in senso relativo,

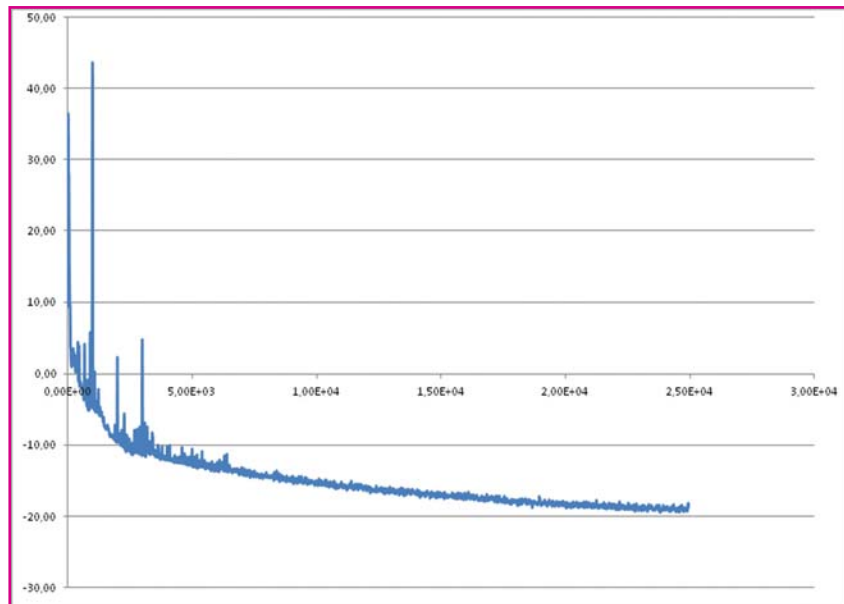


Figura 12: (asse verticale: pressione sonora SPL in dB, asse orizzontale: frequenza in Hz): analisi spettrale della pressione acustica prodotta applicando all'ingresso una sinusoide pura a 1kHz

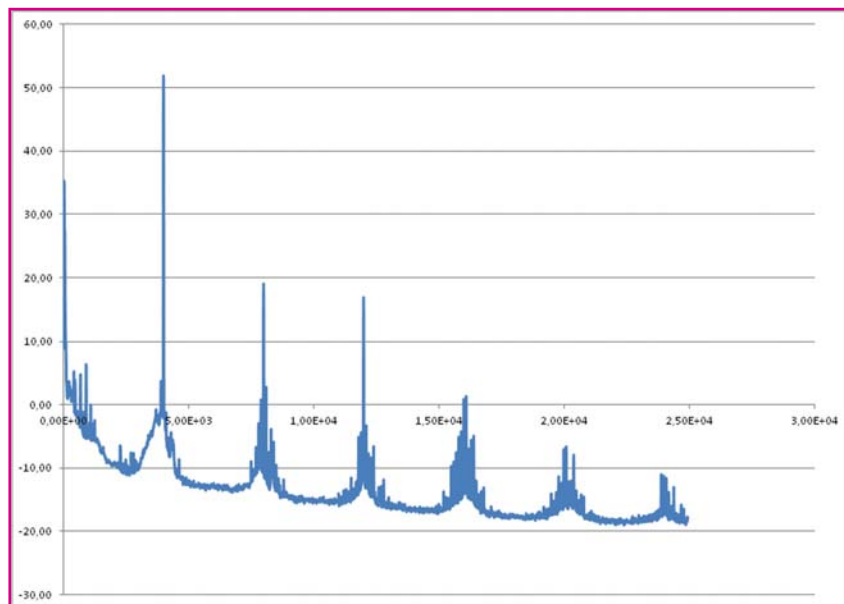


Figura 13: (asse verticale: pressione sonora SPL in dB, asse orizzontale: frequenza in Hz): analisi spettrale della pressione acustica prodotta applicando in ingresso una sinusoide pura a 4kHz. E' evidente che il modulatore ha margini di miglioramento piuttosto ampi.

non c'è niente di assolutamente "semplice" né immediato) ottenere scintille "lunghe" (dell'ordine dei 30 - 40mm) in grado quindi di muovere una maggiore quantità di aria. Di conseguenza il tweeter ad arco avrà una frequenza di taglio più bassa (sul mio esemplare si sentono facilmente i 500Hz) e riuscirà a produrre una pressione sonora

molto maggiore. Se il principio di funzionamento è il medesimo dei tweeter a corona, la realizzazione pratica è molto diversa; infatti c'è bisogno di una scarica fra due elettrodi e occorre riuscire a modularne la sezione. Il driver deve possedere le seguenti caratteristiche:

- elevata tensione a vuoto; per inne-



COVER STORY

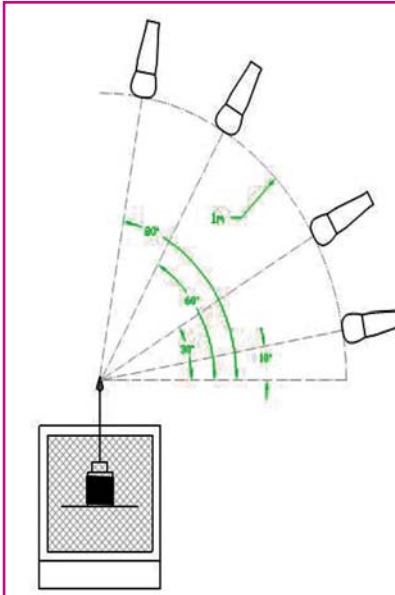


Figura 14: disposizione dei microfoni per la misura del diagramma di radiazione. Le misure di risposta in frequenza di questi 4 microfoni sono risultate pressochè sovrapponibili. Inoltre, ruotando il tweeter in 4 diverse posizioni non si sono evidenziate variazioni apprezzabili (e questo era ovvio in partenza, visto che la scarica è pressochè simmetrica lungo l'asse dell'elettrodo). Pertanto si può concludere che il tweeter a corona ha effettivamente un'emissione sferica (disturbata solo dalla presenza dell'elettrodo e dal telaio).

scare una scarica in aria secca occorre all'incirca 1kV al millimetro, quindi se vogliamo una scarica lunga 40mm, occorre una tensione a vuoto di almeno 40kV.

- Limitazione della corrente di cortocircuito: la scarica, una volta innescata, è un percorso conduttore a bassa resistenza, occorre quindi un sistema che limiti la corrente di scarica in maniera da non distruggere il driver stesso.

- Banda passante estesa almeno quanto la banda audio (quindi almeno 20kHz). Ho pensato quindi ad un driver come nella Figura 19. C'è veramente poco da dire: i due mosfet MFT2 e MFT3 sono collegati a semiponte e generano (a partire dalla linea di alimentazione +HV) un'onda quadra che, tramite i condensatori di accoppiamento C14 e C15 alimenta il primario del trasformatore elevatore. I

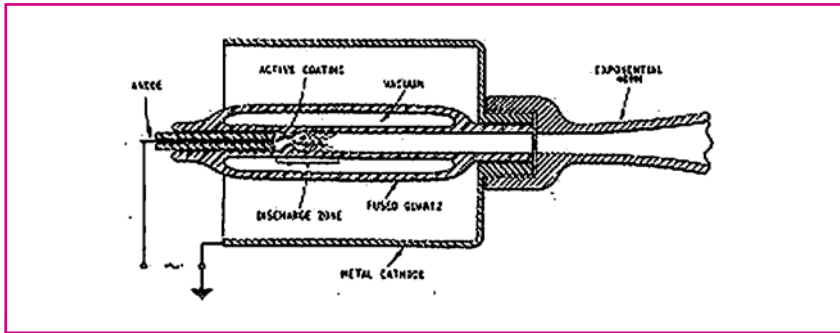


Figura 15: dettaglio dello IONOPHONE in un disegno d'epoca



Figura 16: componenti di uno ionophone casalingo (una provetta di un campione di profumo, un chiodo appuntito incastrato in un distanziale esagonale di ottone, un distanziale di teflon).

mosfet sono a loro volta gestiti dal driver U5 che riceve il clock di riferimento direttamente dall'alimentatore/modulatore. Anche in questo caso, la modu-



Figura 17: lo ionophone assemblato.

lazione della scarica avviene modulandone direttamente la potenza di alimentazione tramite la linea +HV. La corrente di scarica è limitata dalla reattanza dei condensatori di accoppiamento C14 e C15 e infatti variando la frequenza di commutazione del semiponte si riesce a regolare la corrente di scarica.

E' da notare che il semiponte produce un'onda quadra e che i condensatori di accoppiamento limitano la corrente grazie alla loro reattanza, ma sui fronti di commutazione fanno poco o nulla; di conseguenza la corrente nel prima-

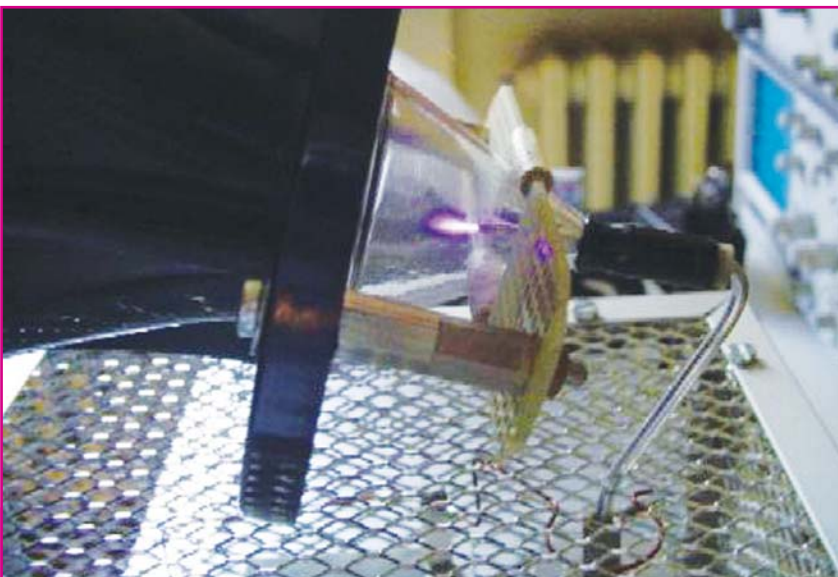


Figura 18: la provetta cilindrica è stata sostituita con un imbuto di pyrex per un migliore accoppiamento con una tromba.

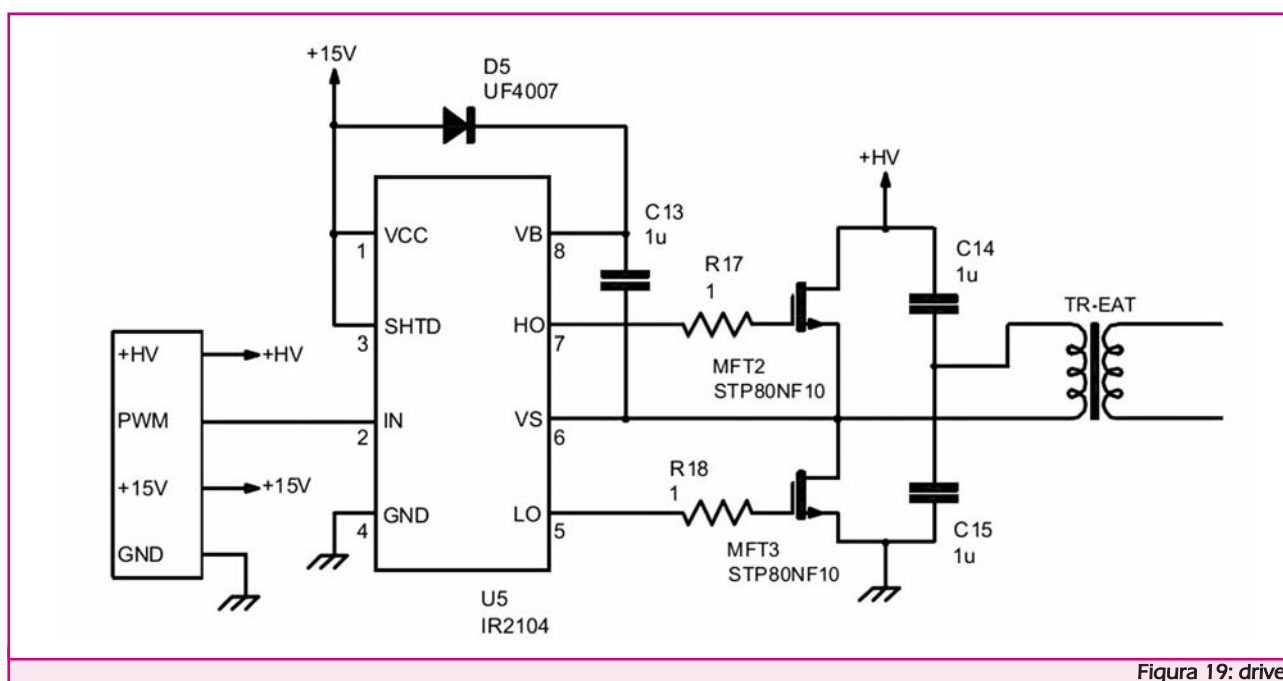


Figura 19: driver

rio del trasformatore ha una forma strana: una specie di sinusoide con sovrapposti (in corrispondenza dei fronti di commutazione) degli impulsi stretti ma molto ampi (dell'ordine di una ventina di ampere).

Questa caratteristica è molto utile perché forza la riaccensione della scarica ad ogni ciclo. Per la cronaca: ho provato a limitare la corrente con un induttore (di fatto ho aumentato i C14 e C15 fino ad una ventina di microfarad e aggiunto un induttore da 10uH in serie al trasformatore, in maniera da avere più o meno lo stesso valore assoluto di reattanza considerando che il semiponte lavora a circa 60kHz). Risultato: la corrente assorbita dal semiponte è più o meno la stessa, ma la scarica è molto più instabile, tende a spengersi e, una volta spenta, non si riaccende.

Due parole sul trasformatore elevatore. Occorre un trasformatore EAT per i vecchi televisori con tubo catodico che NON integri il condensatore di alta tensione. Infatti la presenza del condensatore impedisce di avere una scarica uniforme e costante: all'innesco della scarica il condensatore si scarica immediatamente con uno schiocco secco.

Poi la scarica si spegne e il condensatore inizia a ricaricarsi fino alla suc-

cessiva scarica. Il risultato è una serie di schiocchi fragorosi. Io ho usato un (ormai obsoleto) FN36N.3004B della ELDOR.

L'avvolgimento primario è composto da 5+5 spire di filo da 0.5 millimetri quadri avvolto direttamente sulla colonna del nucleo. I due "semiprima-

ri" sono poi collegati in parallelo (Figura 20). Attenzione che l'ottimale numero di spire primarie dipendono dal trasformatore effettivamente utilizzato, quindi, probabilmente, dovrete fare qualche tentativo. L'uscita alta tensione del trasformatore si collega direttamente ad uno degli elettrodi.



Figura 20: particolare del trasformatore ELDOR FN36N.3004B. Si noti il primario composto da 5+5 spire di filo da 0.5mm quadri avvolto direttamente sulla colonna del nucleo.





COVER STORY

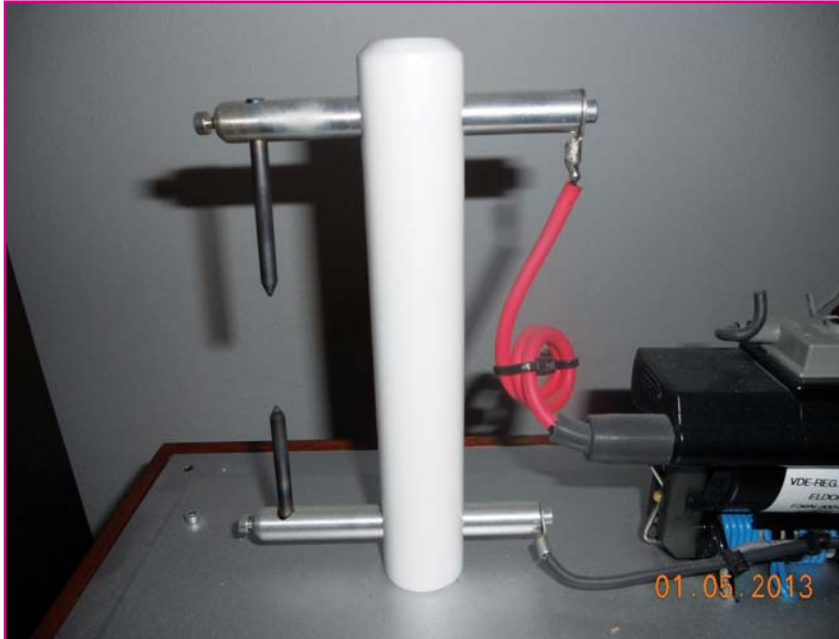


Figura 21: particolare degli elettrodi e loro supporto.

L'altro elettrodo è saldamente collegato al lato "freddo" dell'avvolgimento di alta tensione e alla massa dell'intero sistema. Gli elettrodi sono costituiti da una coppia di spine di acciaio (diametro 4mm) opportunamente appuntite, tenute in posizione con due tondi di alluminio in cui ho praticato un foro per la spina e un foro (filettato M3) per una vite che forza sulla spina stessa e la tiene in posizione. I due tondi di alluminio sono a loro volta incastrati in due fori praticati in un barra di teflon usato come isolatore.

Al solito: le foto spiegano meglio di mille parole (Figura 21). Le alimentazioni e il clock di riferimento al driver sono forniti direttamente dall'alimentatore/modulatore della Figura 22. Cuore del sistema è l'oscillatore formato da U2a e U2b: e la frequenza di lavoro è regolabile con R5 nell'intervallo 100kHz - 300kHz (più o meno) e

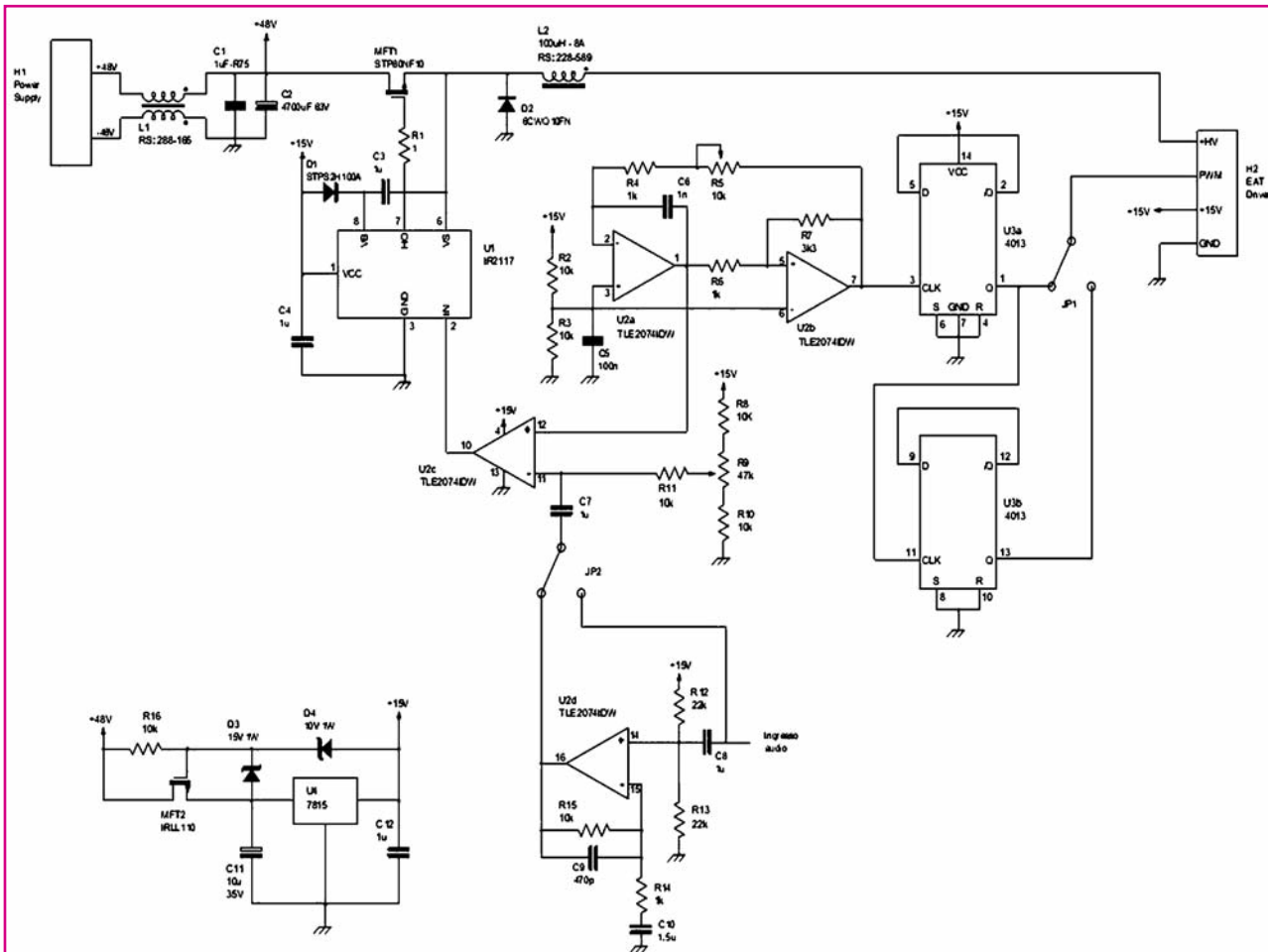


Figura 22: alimentatore/modulatore





fornisce un'onda quadra (dal pin 7) e un'onda triangolare (dal pin 1). L'onda quadra è applicata al divisore di frequenza U3 che a sua volta fornisce il clock di riferimento per il semiponte. L'onda triangolare è applicata al comparatore U2a il cui riferimento è fornito dal trimmer R9.

Il segnale audio si somma direttamente al riferimento fornito da R9 cosicché sul pin 10 di U2c è presente un'onda quadra il cui duty cycle segue fedelmente l'andamento del segnale audio di ingresso.

Tale onda quadra con duty cycle variabile è applicata, tramite un opportuno driver, al mosfet MFT1 che, assieme al diodo D2 e all'induttore L1, costituiscono un semplicissimo regolatore switching stepdown. Il risultato è che la tensione sulla linea +HV è una replica del segnale audio di ingresso amplificata e traslata su un valor medio imposto con il trimmer R9, così da poter modulare la potenza di alimentazione del trasformatore elevatore e, di conseguenza, le dimensioni della scarica.

A schema non è indicato, ma conviene aggiungere un condensatore da 10microfarad direttamente fra il cursore del trimmer R9 e la massa: al momento dell'accensione il modulatore è forzato a fornire la massima tensione +HV possibile così da garantire l'innesco della scarica.

L'intero modulatore è a sua volta alimentato con una continua di circa 50V ottenuta da una coppia di alimentatori switching con uscita +24V collegati in serie.

COME SI REGOLA IL TUTTO?

Intano si collega il jumper JP1 per prelevare il riferimento al semiponte da U3B e il JP2 per prelevare la modulazione dall'uscita di U2C.

Poi si scollega il primario del trasformatore elevatore, si alimenta il modulatore con circa 50V e si regola il trimmer R9 per portare la linea +HV a circa 30V. Regolare R5 per portare la frequenza di commutazione del semiponte a circa 40kHz.

Spengere tutto, collegare il trasformatore elevatore e, cosa importantissima, disporre una coppia di elettrodi appuntiti ad una distanza di 30mm.

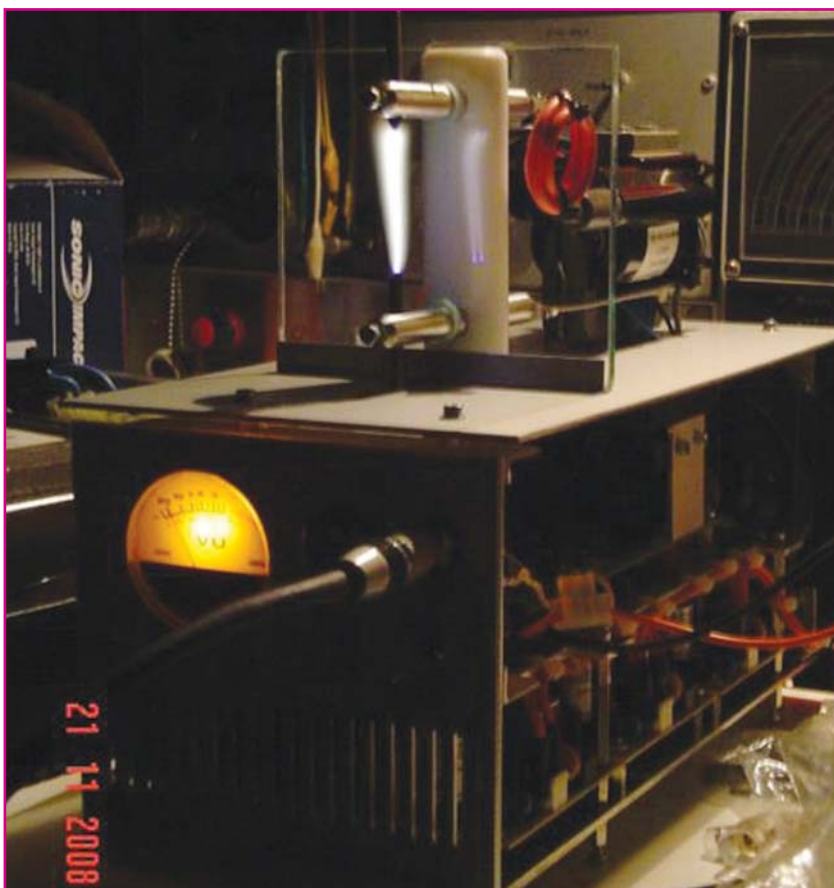


Fig 23: Foto del prototipo alla prima accensione: il tondo di teflon sarà poi sostituito dalla versione più lunga in maniera da allontanare i supporti degli elettrodi (pur mantenendo la stessa lunghezza di scarica) e diminuire il calore trasferito verso il supporto stesso. Il vetro dietro gli elettrodi era pensato per fare da riflettore e concentrare l'emissione in avanti. Funzionava ma ... ovviamente distruggeva l'emissione cilindrica e inoltre si rompeva facilmente per il calore. Per questi motivi è stato eliminato.

Collegare quindi questi elettrodi ai terminali di uscita del trasformatore EAT. Fornire nuovamente l'alimentazione e verificare che la scarica si inneschi e che la corrente assorbita dal semiponte sia all'incirca 2 - 3A. Eventualmente ritoccare la frequenza di lavoro, stando però attenti a non superare i 50kHz (altrimenti c'è il rischio di avvicinarsi troppo alla frequenza di risonanza del secondario del trasformatore di causarne la rottura). Applicare un segnale audio all'ingresso e regolare il R9 per il massimo livello audio indistorto.

Figura 24: il mio tweeter ad arco in versione definitiva, con il mobiletto in legno e la gabbia di protezione della scarica.

