

## L'impiego della

# CAMERA ANECOICA

## nella progettazione delle antenne

### PARTE TERZA: le attrezzature da laboratorio.

Ing. Francesco Zaccarini

**C**ontinuiamo con la terza ed ultima parte del focus su una delle più importanti attrezzature utilizzate nella ricerca e sviluppo delle antenne: la *camera anecoica*.

#### PARTE PRIMA:

Cos'è e come viene realizzata una camera anecoica per la misura dei parametri elettrici delle antenne?

#### PARTE SECONDA:

Quali accorgimenti possono essere messi in pratica per ottenere misure affidabili nel corso della progettazione di una nuova antenna?

#### PARTE TERZA:

Quali altre attrezzature di laboratorio sono necessarie per le misure dei parametri di radiazione delle antenne?



...continua dalla [SECONDA PARTE](#):

## 7. Le attrezzature ausiliarie.

Oltre alla camera anecoica vera e propria, in un laboratorio di ricerca e sviluppo sono necessarie una serie di attrezzature. Anch'esse rappresentano una importante voce di costo e sono fondamentali per poter effettuare le misure di caratterizzazione delle antenne in fase di progetto e/o di collaudo.

Molto spesso, come ad esempio nella nostra azienda, tali attrezzature sono in continua evoluzione, sia per un continuo miglioramento ed aggiornamento del laboratorio, sia per far fronte a nuove esigenze che si possono verificare all'inizio di particolari progetti.

Le attrezzature ausiliarie possono essere suddivise nelle seguenti categorie principali.

- a) Strumentazione, che si divide in: *strumentazione RF* e *strumentazione di acquisizione*.
- b) Cablaggi, che si dividono in: *cablaggi RF*, *cablaggi di controllo* e *cablaggi di servizio*.
- c) Riferimenti, che si dividono in: *antenne di riferimento* e *kit di calibrazione*.
- d) Interfacce meccaniche, che si dividono in: *sostegni (mast)*, *posizionatori* e *fixture*.

Allo scopo di far comprendere tutti gli aspetti di una misura di antenne in camera anecoica, diamo una breve descrizione di ognuna delle voci appena elencate.

### a) Strumentazione.

Per quanto riguarda la *strumentazione RF*, essa comprende tutti quegli apparati di misura che permettono da un lato del radiocollegamento di generare un segnale RF calibrato e dall'altro lato di riceverlo, misurandone le caratteristiche elettriche in modo relativo ( $S_{12}$  o  $S_{21}$ ) od assoluto (*potenza ricevuta*). Tale categoria può comprendere non solo gli strumenti di misura più noti, come ad esempio il VNA (*Analizzatore di Reti Vettoriale*) e l'analizzatore di spettro (**Figura 14**), ma anche generatori di segnale, amplificatori e ricevitori di misura.

Per quanto riguarda la *strumentazione di acquisizione*, essa consiste di solito in una piattaforma rotante o supporto comandati da un computer mediante un software ad hoc.

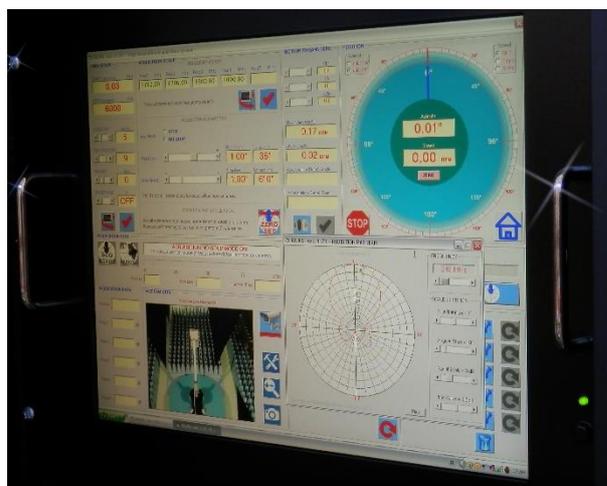
L'esempio di **Figura 15** si riferisce alla schermata di controllo del sistema di acquisizione in uso presso la nostra azienda, che controlla una piattaforma rotante (visibile in altre immagini del presente articolo) da 1.6 metri di diametro, posta nella camera anecoica.

Tutto il sistema, sviluppato e realizzato internamente all'azienda, permette di ruotare



**Figura 14**

Esempio di strumentazione RF.



**Figura 15**

Esempio software di acquisizione.

l'AUT con un'accuratezza di posizione inferiore ad un decimo di grado ed è interfacciato con la strumentazione RF. In questo modo è possibile effettuare accurate misure di diagramma di radiazione in modo completamente automatizzato.

### b) Cablaggi.

Tutti i cablaggi che interfacciano la camera anecoica con il laboratorio esterno devono avere precise caratteristiche elettriche e meccaniche, dal momento che possono arrecare sia alterazioni nella misura sia possono portare disturbi radioelettrici all'interno della camera stessa. Questo ultimo aspetto è assai critico nelle camere anecoiche utilizzate per test di compatibilità elettromagnetica anche se, nella caratterizzazione di antenne, in passato mi è capitato di utilizzare una camera anecoica nella quale le luci interne, se accese, generavano del rumore elettrico rilevabile in modo evidente dalla strumentazione.

I *cablaggi RF* comprendono dei cavi coassiali caratterizzati con delle specifiche elettriche (ROS, attenuazione, stabilità di fase, ecc.) e meccaniche (dimensioni, flessibilità, raggio minimo di piega, ecc.) adeguate allo scopo. Nel caso in cui si abbia a che fare con antenne piccole, è importante disporre di transizioni coassiali di precisione e di spezzoni di cavo più flessibili (*pigtails*) e di ridotte dimensioni. Al fine di evitare che il cavo coassiale che connette l'AUT alla strumentazione sia sede di correnti che possono alterare la misura, spesso si utilizzano dei cavi appositi ricoperti di ferriti.

I *cablaggi di controllo* comprendono invece tutti i collegamenti che scambiano dati con il sistema di acquisizione e con altre eventuali apparecchiature presenti nella camera. In alcune realizzazioni per EMC, tali cablaggi sono in fibra ottica con lo scopo di prevenire disturbi radioelettrici all'interno della camera. Per fare un esempio, nel laboratorio della nostra azienda i principali cavi di controllo comprendono un bus *IEE-488* che dialoga con l'elettronica residente nella piattaforma rotante ed un cavo video per una telecamera interna, che inquadra l'AUT nel corso della misura.

Infine, i *cablaggi di servizio* portano le alimentazioni, sia per quanto riguarda il sistema di acquisizione che le luci interne della camera. Se necessario vengono interposti dei filtri di rete per evitare che dei disturbi entrino nella camera.

### c) Riferimenti.

Con questo termine generico si intendono sia le antenne di riferimento *AR* utilizzate nelle misure di guadagno sia i *kit di calibrazione* necessari a calibrare la strumentazione (*VNA*) prima di ogni misura, depurando così i dati acquisiti dall'influenza dei cavi RF che collegano le antenne (*AUT* ed *AR*) alla strumentazione.

Le *antenne di riferimento (AR)*, caratterizzate da una curva di guadagno nota all'interno della loro banda operativa, possono essere di due tipi: antenne con certificato di calibrazione fornito da un ente certificatore esterno oppure antenne con calibrazione eseguita internamente all'azienda.



**Figura 16**

Antenna di piccole dimensioni, pronta per la misura, connessa con un *pigtail* in cavo RG-316 e montata su di una semplice *fixture* realizzata in PVC. Anche il *mast* che la supporta è in materiale dielettrico (vetroresina).

Se un'antenna del primo tipo può rivelarsi indispensabile per poter trovare la posizione ottimale per l'AUT in condizioni limite di utilizzo della camera, nelle normali attività si utilizza in genere un'antenna di riferimento del secondo tipo, spesso realizzata ad hoc per il progetto in corso.

Nel nostro laboratorio, tutte le AR costruite e realizzate espressamente per determinati progetti vanno ad arricchire la cosiddetta "libreria" di antenne di riferimento e rimangono patrimonio dell'azienda per utilizzi futuri.

Per le misure di guadagno, l'antenna di riferimento ottimale deve avere le seguenti caratteristiche:

- Curva di guadagno il più possibile costante nella banda operativa;
- Antenna di tipo direttivo, con un lobo principale né troppo largo né troppo stretto, indicativamente dell'ordine di  $50^\circ \pm 70^\circ$  su entrambi i piani;
- Dimensione **D** compatta, specialmente lungo la direzione di massima radiazione ovvero verso l'AUT;
- Costruzione robusta, con staffe e connettori adatti ad un frequente montaggio e smontaggio.

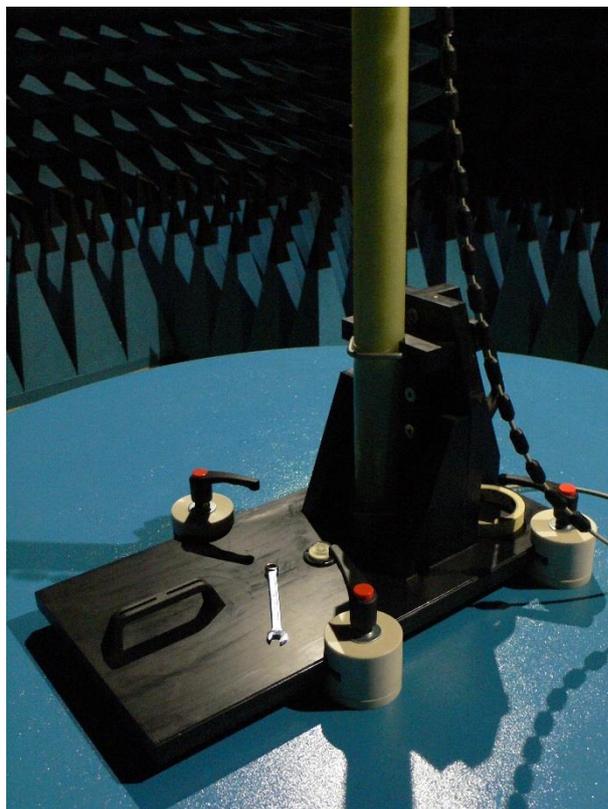
#### d) **Interfacce meccaniche.**

L'installazione ed il posizionamento delle antenne AUT ed AR all'interno della camera anecoica richiedono l'utilizzo di opportune interfacce meccaniche, tutte costruite con materiali dielettrici, sia ad alta che a bassa densità.

I **sostegni** sono dei pali di supporto (*mast*) di varie lunghezze e diametri, con una base idonea. Il materiale con cui sono realizzati nel nostro specifico caso è la vetroresina (**Figura 16**).

I **posizionatori** sono delle interfacce meccaniche regolabili aventi lo scopo di permettere il montaggio dell'AUT in un determinato punto dello spazio ( $X_0, Y_0, Z_0$ ) all'interno della camera anecoica. Un esempio lo si può vedere nella **Figura 17** che raffigura un posizionatore montato sulla piattaforma rotante, alla base del mast, con lo scopo di regolare la posizione dell'asse attorno al quale l'AUT viene ruotata nel corso dell'acquisizione dei diagrammi di radiazione. Essendo un particolare meccanico che può essere soggetto ad un notevole sforzo, nel presente caso è stato realizzato in PVC di forte spessore, con le varie parti assemblate ad incastro ed incollate mediante un prodotto specifico.

Si noti, nella stessa fotografia, il cavo RF ricoperto di ferriti che collega l'AUT alla strumentazione. Nel caso in cui sia richiesto effettuare delle misure particolari, come ad esempio la determinazione del centro di fase di un'antenna, è necessario utilizzare dei posizionatori micrometrici che operano su due o tre assi.



**Figura 17**  
Il posizionatore regolabile della piattaforma rotante.

Infine, col termine di **fixture** si intendono delle interfacce meccaniche per il montaggio dell'AUT sul mast che spesso devono essere realizzate ad hoc per particolari antenne da misurare. La **Figura 16** mostra una semplice *fixture*, in materiale plastico, per il montaggio dell'antenna UWB che anche si vede nella foto.

Su di una *fixture* ben realizzata si deve poter installare l'AUT in modo agevole, preciso e ripetibile, senza che questa interfaccia influenzi le caratteristiche elettriche dell'antenna sotto misura.

Nel caso delle antenne integrate può essere necessario realizzare delle *fixture* anche piuttosto complesse, aventi lo scopo di simulare nel modo più preciso possibile le reali condizioni operative dell'antenna, oltre che a supportare l'antenna stessa durante le fasi di misura.

## 7. Conclusioni.

Per un'azienda che si occupa di ricerca e sviluppo nel campo delle antenne è fondamentale dotarsi di un laboratorio e di un sistema di misura grazie al quale poter caratterizzare i propri prodotti, sia durante fase di progettazione che al termine di quest'ultima, nel collaudo finale.

In questo ambito l'attrezzatura di laboratorio più importante è sicuramente la *camera anecoica*: di questa ne esistono di svariati tipi e dimensioni, in funzione del tipo di applicazione e di misure che possono esservi condotte.

Naturalmente il tipo di applicazione e lo scopo per cui una camera anecoica si rende necessaria ne determinano sia il criterio con cui essa viene costruita sia le relative modalità di utilizzo pratico.

Nel caso particolare di un'azienda che si occupa di progettazione e sviluppo di antenne, la camera deve poter assicurare misure di pre-certificazione affidabili che devono poter essere condotte in modo rapido ed agevole: questo, nei confronti del cliente o committente, si traduce in un risparmio nei costi di progettazione e nella conseguente fornitura di un prodotto di qualità, con delle specifiche elettriche definite e garantite.

Lo scopo di questo articolo, nel quale si è cercato di dare agli argomenti trattati un taglio il più possibile operativo, è stato quello di fornire una breve panoramica su come si costruisce e si utilizza nella pratica la camera anecoica per le misure di antenne.

Essendo questo un argomento assai vasto e complesso, la strada qui percorsa è stata quella di approfondire la descrizione della camera anecoica in uso presso la nostra azienda, nonché di dare degli esempi specifici su come vengano effettuate le misure di antenne, arrivando anche ai limiti fisici di operatività della camera stessa nel caso in cui si debbano caratterizzare particolari prodotti.

E' stato anche importante accennare alla strumentazione ed alle altre attrezzature necessarie a condurre le misure in modo corretto ed accurato: tutto questo fa parte del corredo e del *know-how* di un'azienda, anche se in forma meno evidente.

E' infatti responsabilità di un'azienda realizzare e garantire un prodotto del quale si conosca nel dettaglio e con precisione ogni caratteristica tecnica, in particolar modo le specifiche che il Cliente richiede e che possono essere oggetto di successive validazioni presso enti esterni o di verifiche sul campo.

**Ed infine è responsabilità del Cliente quella di richiedere al fornitore, oltre alla mera offerta economica, in che modo e con quali risorse il progetto della Sua antenna verrà verificato sin dalle prime fasi di sviluppo, così che il prodotto finale soddisfi pienamente le specifiche elettriche richieste e non vi siano pericolose sorprese.**

## 8. Riferimenti ed approfondimenti.

- [1] *Technical Bulletin 390-5, C-RAM FT-10 Thin Ceramic Ferrite Tile RF Absorber*, Cuming Microwave.
- [2] *Eccosorb VHP-NRL, Very High Performance Broadband Pyramidal Absorber*, E&C Anechoic Chambers NV, Nijverheidsstraat 7A - B-2260 Westerlo.
- [3] Cottard G., Arien Y., *Anechoic Chamber Measurement Improvement*, Microwave Journal, March 2006 issue.
- [4] AA.VV., *Precision Antenna Measurement Guide*, Microwave Journal, September 2017.
- [5] *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Measurements of User Equipment (UE) radio performances for LTE/UMTS terminals; Total Radiated Power (TRP) and Total Radiated Sensitivity (TRS) test methodology*, ETSI TR 137 902 v14.0.0 (2017-04).
- [6] Wiles M., Rodriguez V., *Choosing the Right Chamber for Your Test Requirements*, 2010 EMC Directory & Design Guide, may 2010.
- [7] H.A. Wheeler, "Fundamental Limits of Small Antennas," *Proceedings of The I.R.E. (IEEE)*, December 1947, pg. 1479-1484.
- [8] *EP60012L, EP60012V Biconical Antenna Data Sheet*, ElettroMagnetic Services s.r.l., ed. 28.10.16.

*Se hai bisogno di un supporto tecnico specializzato per la scelta, misura o progettazione della tua nuova antenna, scrivi a:*

[info@elettromagneticservices.com](mailto:info@elettromagneticservices.com)

*oppure telefona al **338 16.66.122***

*Grazie per il tempo che hai dedicato alla lettura di questo articolo. Se vuoi leggerne altri, trovi l'elenco completo qui:*

<https://www.elettromagneticservices.com/news>

**ElettroMagnetic Services**  
SRL  
*Trasmetti la tua eccellenza!*