

Misure a microonde per acceleratori di particelle

Scopo

Il modulo tratta dei principi di misura di reti elettriche e dispositivi elettromagnetici a microonde con l'analizzatore di rete vettoriale ed analizzatore di spettro (cenni). Le tecniche di misura discusse sono generali e fondamentali nelle misure a microonde in genere. Gli esempi sono scelti nell'ambito di ricerca in fisica degli acceleratori di particelle.

Teoria (10 ore)

- Caratterizzazione di reti lineari.
Matrice Z, Y, H e matrice di scattering. Carta di Smith. Linee di trasmissione (cenni).
- Caratterizzazione di reti non lineari.
Amplificatori a microonde. 1 db compression point. Prodotti di intermodulazione.
- I moderni analizzatori di rete vettoriale.
Schema concettuale e configurazioni esistenti sul mercato. Principali specifiche e prestazioni. Opzione "Time Domain".
- Misure tipiche con analizzatore di rete.
Misure in trasmissione e riflessione. Scansione in frequenza (reti lineari, filtri) e scansione in potenza (reti non lineari, amplificatori). Misure nel dominio del tempo.
- Calibrazione della misura con analizzatore di rete.
Errori di misura e tipi di calibrazione. Accuratezza della misura.
- Analizzatore di spettro
Caratteristiche principali ed esempi di misure (misure di spettro del fascio).
- Dispositivi risonanti per acceleratori di particelle.
La "pill-box" e cavità coassiali. Strutture multicella ad onda stazionaria e ad onda viaggiante. Caratteristiche e funzionalità di alcuni dispositivi: cavità acceleranti, deflettori, monitor di posizione e lunghezza del fascio. Dispositivi in banda S ed in banda X.
- Caratterizzazione di risonatori e dispositivi per acceleratori.
Tecniche di misura di frequenza di risonanza e fattore di merito. Teorema di Slater e misure di campo in strutture chiuse. Analogia del filo coassiale. Transfer impedance.
- Time domain reflectometry.
Teoria. Misura di impedenza caratteristica di una linea (cable fault location, circuiti stampati). Time domain reflectometry con analizzatori di rete.

Laboratorio (20 ore)

- Analizzatore di rete: misure in trasmissione e riflessione. Procedura di calibrazione: misure calibrate e non. Efficacia della calibrazione.
- Caratterizzazione al variare della frequenza di resistenze, capacità ed induttanze: limiti di validità dei modelli di componenti reali. Misure nel dominio del tempo.
- Caratterizzazione di cavità a radio frequenza per acceleratori di particelle (modi di una cavità, misura di frequenza di risonanza e fattore di merito). Variazione dei parametri con la temperatura. Automatizzazione delle misure (cenni). Misure su "pill-box" e cavità coassiali.
- Misura di campo all'interno di strutture risonanti. Misure "bead-pull" su pill-box (calibrazione) e dispositivi multicella in banda S. Cenni a misure in banda X.
- Caratterizzazione di amplificatori con analizzatore di rete e di spettro. Guadagno al variare della frequenza e della potenza di ingresso. Modalità CW dell'analizzatore di rete.
- Time domain reflectometry e misura dell'impedenza caratteristica di una linea coassiale. "Fault location" in una linea coassiale.

Visita didattica

- Visita agli "impianti a microonde di basso livello" degli acceleratori dei Laboratori Nazionali di Frascati (LNF-INFN): DAFNE (operativo) e SPARC (in costruzione).