

Laboratorio di misure ad alta frequenza

Anno Accademico 2013-2014

Week #1 24-28 Febbraio	Lezione I (1.5 h): Concetti introduttivi (Stefano P.) Introduzione al corso – programma – testi consigliati Panoramica degli strumenti e delle tecniche di misura	Aula 6 SPV 26/02	8.30-10.00
	Lezione II (1.5h): Parametri caratteristici dispositivi RF (Stefano P.) richiami sui parametri caratteristici dei sistemi a microonde. Cavo coassiale e modello a linee di trasmissione. Attenuazione, Impedenza e coef. di riflessione. Linea coassiale chiusa su un carico. Matrice di scattering. Potenza incidente, riflessa e trasmessa e parametri S. Sistemi lineari. Parametri S ed amplificatori	Aula 9 SPV 27/02	10.15 - 11.45
	Lezione III (1.5 h): Richiami sull'incertezza di misura (Stefano P.) richiami su classificazione e combinazione delle incertezze. Calcolo di incertezze per misure di SAR. Accoppiatori direzionali.	Aula 6 SPV 28/02	8.30-10.00
Week #2 3-7 Marzo	Lezione IV (1.5h) Introduzione al VNA (Stefano P.) analizzatore di reti - struttura. Sezione di generazione. Sezione di test e di rivelazione. Diodo Schottky e rivelatore quadratico	Aula 6 SPV 5/03	8.30-10.00
	Lezione V (1.5h) Introduzione al VNA II (Stefano P.) Sezione rivelazione. Diodo Schottky e rivelatore quadratico	Aula 9 SPV 6/03	10.15 - 11.45
	Lezione VI (1.5h) Introduzione al VNA III (Stefano P.) mixer-rivelatore supereterodina. calibrazione dell'analizzatore di reti: errori sistematici	Aula 6 SPV 7/03	8.30-10.00
Week #3 10-14 Marzo	Lezione VII (1.5 h): Modelli e tecniche di calibrazione dei VNA (Stefano P.) Modelli a 6 e 12 parametri di errore. tecniche di calibrazione SOLT, TRL.	Aula 6 SPV 12/03	8.30-10.00
	Lezione VIII (1.5h) analizzatore di spettro (Stefano P.) Introduzione all'analizzatore di spettro: principali utilizzi e schema a blocchi, struttura e funzionamento. Tecniche per aumentare la banda	Aula 9 SPV 13/03	10.15 - 11.45
	Lezione IX (1.5h) Analizzatori di spettro (Stefano P.) Parametri degli analizzatori di spettro. funzioni e incertezze. Rumore di fase, modulazione FM residua in oscillatori.	Aula 6 SPV 14/03	8.30-10.00
Week #4 17-21 Marzo	Lezione X (1.5h) Utilizzo di VNA (Andrea M.) Carta di Smith e sue applicazioni. Analizzatori di rete vettoriali II (misure di impedenza, IF BW e Averaging). Comportamento di componenti circuitali elementari ad alta frequenza (modelli e tecniche di misura).	Aula 2E V. Scarpa 17/03	14.00 - 15.30
	Lezione XI (1.5h) Considerazioni pratiche (Andrea M.) Esempio di misure su cavo coassiale. Coefficienti di riflessione, SWR, impedenza, return loss, mismatch loss, insertion loss. Accoppiatori direzionali. Osservazioni pratiche (dB, riflessioni ed onde stazionarie). Riepilogo segnali modulati	Aula 2E V. Scarpa 17/03	15.45 - 17.15
	Introduzione al Laboratorio (3h) Introduzione alle misure, cavi e connettori. Esercizio su incertezza di Tipo A. Acquisizione di misure da HP8753. Minimi quadrati e fit di dati. Acquisizione dallo Spectrum analyzer ... Ripasso di matlab	Lab 19/03	14.00 - 17.15
	Lezione XII (1.5h) Considerazioni pratiche su oscillatori ed amplificatori (Stefano P.) Rumore di fase, modulazione FM residua in oscillatori (completare alla luce delle misure, se necessario). Guadagno al variare della frequenza e della potenza di ingresso (compression point), figura di rumore.	Aula 6 SPV 21/03	8.30-10.00

	Gruppo A	Gruppo B	Gruppo C				
Week #5 24-28 Marzo	Lezione XIII (1.5h): Cavità risonanti (caratterizzazione esterna) (Andrea M.)			Aula 6 SPV 26/03	8.30-10.00		
	Caratterizzazione esterna di cavità risonanti. Cenni alle cavità multicella						
	Lab. I (3h) Intro VNA	Lab. II (3h) Intro SPA	Lab. I (3h) Intro VNA (con PNA)			Lab. 26/03	14.00 - 17.15
	Introduzione alle misure con analizzatori di rete vettoriali. Caratterizzazione di componenti elementari (circuiti aperti, corto-circuiti, carichi). Procedure di calibrazione. Misura di cavi. Misura di filtri passabanda. Attenuatori controllati in tensione.	Introduzione alle misure con analizzatori di spettro. Misura di un segnale sinusoidale da un generatore. Visualizzazione dello spettro di segnali con forma d'onde elementare. Misura di un segnale modulato in ampiezza con un segnale sinusoidale. Visualizzazione dello spettro di un segnale modulato in frequenza. Caratterizzazione di un VCO.	Introduzione alle misure con analizzatori di rete vettoriali. Caratterizzazione di componenti elementari (circuiti aperti, corto-circuiti, carichi). Procedure di calibrazione. Misura di cavi. Misura di filtri passabanda. Attenuatori controllati in tensione.			Lab. 27/03	14.00 - 17.15
	Lab. II (3h) Intro SPA	Lab. I (3h) Intro VNA (con PNA)	Lab. III (3h) VNA standard				
Introduzione alle misure con analizzatori di spettro. Misura di un segnale sinusoidale da un generatore. Visualizzazione dello spettro di segnali con forma d'onde elementare. Misura di un segnale modulato in ampiezza con un segnale sinusoidale. Visualizzazione dello spettro di un segnale modulato in frequenza. Caratterizzazione di un VCO.	Introduzione alle misure con analizzatori di rete vettoriali. Caratterizzazione di componenti elementari (circuiti aperti, corto-circuiti, carichi). Procedure di calibrazione. Misura di cavi. Misura di filtri passabanda. Attenuatori controllati in tensione.	Misure di impedenza/ammettenza con analizzatori di rete vettoriali. Caratterizzazione di componenti elementari reali (condensatori, induttori e resistori). Efficacia della calibrazione. Attenuatori controllati in tensione.					
Lezione XIV (1.5h) Misure nel dominio del tempo (Stefano P.)			Aula 6 SPV 28/03	8.30-10.00			
misure in riflessione. misure in trasmissione - misure indirette - gating							
Week #6 31 Marzo - 4 Aprile	Lezione XV (1.5h): TDR con VNA, preparazione all'esercitazione (Andrea M.)			Aula 6 SPV 2/04	8.30-10.00		
	Time domain reflectometry (TDR): teoria (cenni) ed applicazioni principali. Utilizzo dei moderni VNA per misure nel dominio del tempo: caratteristiche e applicazioni pratiche.						
	Lab. III (3h) VNA standard	Lab. III (3h) VNA standard (con PNA)	Lab. II (3h) Intro SPA	Lab. 2/04	14.00 - 17.15		
	Misure di impedenza/ammettenza con analizzatori di rete vettoriali. Caratterizzazione di componenti elementari reali (condensatori, induttori e resistori). Efficacia della calibrazione. Attenuatori controllati in tensione.	Misure di impedenza/ammettenza con analizzatori di rete vettoriali. Caratterizzazione di componenti elementari reali (condensatori, induttori e resistori). Efficacia della calibrazione. Attenuatori controllati in tensione.	Introduzione alle misure con analizzatori di spettro. Misura di un segnale sinusoidale da un generatore. Visualizzazione dello spettro di segnali con forma d'onde elementare. Misura di un segnale modulato in ampiezza con un segnale sinusoidale. Visualizzazione dello spettro di un segnale modulato in frequenza. Caratterizzazione di un VCO.				
	Lab. IV (3h) SPA	Lab. V (3h) PNA Cavità I	Lab. VI (3h) VNA-TDR	Lab. 3/04	14.00 - 17.15		
Caratterizzazione di amplificatori e mixer. Utilizzo dell'analizzatore di spettro per caratterizzare un amplificatore e visualizzare lo spettro di un segnale in uscita da un mixer.	Caratterizzazioni di cavità RF: misure di frequenza di risonanza, coefficiente di accoppiamento e fattori di qualità. Solo misure in trasmissione.	Applicazioni a casi pratici delle misure nel dominio del tempo con VNA. Misure di fault location in strutture coassiali. Caratterizzazioni di microstrisce. Funzioni di gating.					
Lezione XVI (1.5h): Tecniche di misura della costante dielettrica e della tangente di perdita (Stefano P.)			Aula 6 SPV 04/04	8.30-10.00			
Principali tecniche di misura di costante dielettrica e tangente di perdita. Presentazione delle tecniche usate nelle esercitazioni.							
Week #7 14-16 Aprile	Lab. V (3h) PNA Cavità I	Lab. VI (3h) VNA-TDR	Lab. IV (3h) SPA	Lab. 14/04	14.00 - 17.15		
	Caratterizzazioni di cavità RF: misure di frequenza di risonanza, coefficiente di accoppiamento e fattori di qualità. Solo misure in trasmissione.	Applicazioni a casi pratici delle misure nel dominio del tempo con VNA. Misure di fault location in strutture coassiali. Caratterizzazioni di microstrisce. Funzioni di gating.	Caratterizzazione di amplificatori e mixer. Utilizzo dell'analizzatore di spettro per caratterizzare un amplificatore e visualizzare lo spettro di un segnale in uscita da un mixer.				
	Lab. VI (3h) VNA-TDR	Lab. IV (3h) SPA	Lab. V (3h) PNA Cavità I	Lab. 16/04	14.00 - 17.15		
Applicazioni a casi pratici delle misure nel dominio del tempo con VNA. Misure di fault location in strutture coassiali. Caratterizzazioni di microstrisce. Funzioni di gating.	Caratterizzazione di amplificatori e mixer. Utilizzo dell'analizzatore di spettro per caratterizzare un amplificatore e visualizzare lo spettro di un segnale in uscita da un mixer.	Caratterizzazioni di cavità RF: misure di frequenza di risonanza, coefficiente di accoppiamento e fattori di qualità. Solo misure in trasmissione.					
Slot libera			Da definire	...			
Week #8 28-30 Aprile	Slot libera			Da definire	...		
	Open lab/recupero	Open lab/recupero	Open lab/recupero	Lab. 28/04	14.00 - 17.15		
	Open lab/recupero	Open lab/recupero	Open lab/recupero	Lab. 30/04	14.00 - 17.15		

Week #9 5-9 Maggio	<p>Lab. VII (3h) VNA-TDR II</p> <p>Caratterizzazioni di microstrisce. Misure di C,L con TDR</p>	<p>Lab. VIII (3h) PNA</p> <p>Caratterizzazione di un phase shifter. Misura di permittività di materiali solidi in banda X.</p>	<p>Lab. IX (3h)</p> <p>PNA-X , 4-port 10MHz-26.5GHz (prestito Agilent)</p> <p>Caratterizzazione di amplificatori e mixer con analizzatori di rete vettoriale PNA-X</p> <p>E Cal</p>	<p>Lab. 05/05</p> <p>14.00 - 17.15</p>
	<p>Lezione XVII (1.5h) Cavità risonanti in riflessione e misura del campo all'interno (Andrea M.)</p> <p>Caratterizzazione esterna di cavità in riflessione. Effetto delle perturbazioni della forma di cavità: sintonizzazioni di cavità e misura di campo in strutture risonanti. Modelli circuitali di misure in trasmissione e S21 di risonatori. Cenni alle cavità multicella.</p>			<p>Aula 6 SPV 7/05</p> <p>8.30-10.00</p>
	<p>Lab. VIII (3h) PNA</p> <p>Caratterizzazione di un phase shifter. Misura di permittività di materiali solidi in banda X.</p>	<p>Lab. IX (3h)</p> <p>PNA-X , 4-port 10MHz-26.5GHz (prestito Agilent)</p> <p>Caratterizzazione di amplificatori e mixer con analizzatori di rete vettoriale PNA-X</p> <p>E Cal</p>	<p>Lab. VII (3h) VNA-TDR II</p> <p>Caratterizzazioni di microstrisce. Misure di C,L con TDR</p>	<p>Lab. 07/05</p> <p>14.00 - 17.15</p>
	<p>Lab. IX (3h)</p> <p>PNA-X , 4-port 10MHz-26.5GHz (prestito Agilent)</p> <p>Caratterizzazione di amplificatori e mixer con analizzatori di rete vettoriale PNA-X</p> <p>E Cal</p>	<p>Lab. VII (3h) VNA-TDR II</p> <p>Caratterizzazioni di microstrisce. Misure di C,L con TDR</p>	<p>Lab. VIII (3h) PNA</p> <p>Caratterizzazione di un phase shifter. Misura di permittività di materiali solidi in banda X.</p>	<p>Lab. 08/05</p> <p>14.00 - 17.15</p>
Week #10 12-16 Maggio	<p>Lab. X (3h) PNA-riepilogo</p> <p>Caratterizzazione di antenne, strutture guidanti ed accoppiatori direzionali. Cavità risonanti. Componenti in guida d'onda in banda X</p>	<p>Lab. XII (3h) VNA Cavità II</p> <p>Caratterizzazione di cavità risonanti in trasmissione e riflessione. Misure di campo in strutture risonanti</p>	<p>Lab. XI (3h)</p> <p>Agilent Oscilloscopio INFINIUM 90000 (prestito Agilent)</p> <p>Utilizzo di un oscilloscopio a larga banda. Agilent demo board. Step recovery diode per la moltiplicazione di frequenza.</p>	<p>Lab. 12/05</p> <p>14.00 - 17.15</p>
	<p>Lab. XI (3h)</p> <p>Agilent Oscilloscopio INFINIUM 90000 (prestito Agilent)</p> <p>Utilizzo di un oscilloscopio a larga banda. Agilent demo board. Step recovery diode per la moltiplicazione di frequenza.</p>	<p>Lab. X (3h) PNA-riepilogo</p> <p>Caratterizzazione di antenne, strutture guidanti ed accoppiatori direzionali. Cavità risonanti. Componenti in guida d'onda in banda X</p>	<p>Lab. XII (3h) VNA Cavità II</p> <p>Caratterizzazione di cavità risonanti in trasmissione e riflessione. Misure di campo in strutture risonanti</p>	<p>Lab. 14/05</p> <p>14.00 - 17.15</p>
	<p>Lab. XII (3h) VNA Cavità II</p> <p>Caratterizzazione di cavità risonanti in trasmissione e riflessione. Misure di campo in strutture risonanti</p>	<p>Lab. XI (3h)</p> <p>Agilent Oscilloscopio INFINIUM 90000 (prestito Agilent)</p> <p>Utilizzo di un oscilloscopio a larga banda. Agilent demo board. Step recovery diode per la moltiplicazione di frequenza.</p>	<p>Lab. X (3h) PNA-riepilogo</p> <p>Caratterizzazione di antenne, strutture guidanti ed accoppiatori direzionali. Cavità risonanti. Componenti in guida d'onda in banda X</p>	<p>Lab. 15/05</p> <p>14.00 - 17.15</p>
LNF week 19-23 Maggio	<p>Slot libera</p>			<p>Da definire</p> <p>...</p>
	<p>Visita ai Laboratori Nazionali di Frascati (INFN)</p> <p>Synchronisation system, PLL measurement, Sistema di rivelazione di un segnale di fase</p> <p>Lockaggio di un oscillatore RF su uno laser (PLL per lockare la ripetizione degli impulsi laser). Inserire una modulazione di fase e di frequenza e far vedere che la insegue. Segnali su Oscilloscopio. Modulatore elettrotico. Onda quadra RF, modularla in fase e vedere lo spettro FFT. Simulare un PLL come nel loop del Klystron. Generare un treno di impuls RF con step recovery diode e vedere lo spettro</p>			<p>Da definire</p> <p>...</p>
	<p>Open lab/recupero</p>			<p>Da definire</p> <p>...</p>
	<p>Open lab/recupero</p>			<p>Da definire</p> <p>...</p>
Week #11 26-30 Maggio	<p>Conclusioni e questionario di valutazione del corso</p>			<p>Aula 6 SPV 28/05</p> <p>8.30-10.00</p>
	<p>Open lab/recupero</p>			<p>Da definire</p> <p>...</p>