

# Laboratorio di misure ad alta frequenza

Anno Accademico 2013-2014

Week #1 24-28 Febbraio	<b>Lezione I (1.5 h): Concetti introduttivi (Stefano P.)</b> Introduzione al corso – programma - testi consigliati Panoramica degli strumenti e delle tecniche di misura	Aula 6 SPV 26/02	8.30-10.00
	<b>Lezione II (1.5h): Parametri caratteristici dispositivi RF (Stefano P.)</b> richiami sui parametri caratteristici dei sistemi a microonde	Aula 9 SPV 27/02	10.15 - 11.45
	<b>Lezione III (1.5 h): Richiami sull'incertezza di misura (Stefano P.)</b> richiami su classificazione e combinazione delle incertezze	Aula 6 SPV 28/02	8.30-10.00
Week #2 3-7 Marzo	<b>Lezione V (1.5h) Introduzione al VNA (Stefano P.)</b> analizzatore di reti - struttura. Sezione di generazione	Aula 6 SPV 5/03	8.30-10.00
	<b>Lezione VI (1.5h) Introduzione al VNA II (Stefano P.)</b> Sezione di test e di rivelazione. Diodo Schottky e rivelatore quadratico	Aula 9 SPV 6/03	10.15 - 11.45
	<b>Lezione VI (1.5h) Introduzione al VNA III (Stefano P.)</b> mixer-rivelatore supereterodina. calibrazione dell'analizzatore di reti: errori sistematici	Aula 6 SPV 7/03	8.30-10.00
Week #3 10-14 Marzo	<b>Lezione VII (1.5 h): Modelli e tecniche di calibrazione dei VNA (Stefano P.)</b> Modelli a 6 e 12 parametri di errore. tecniche di calibrazione SOLT, TRL.	Aula 6 SPV 12/03	8.30-10.00
	<b>Lezione VII-bis (1.5h) analizzatore di spettro (Stefano P.)</b> 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
	<b>Lezione VIII (1.5h) Analizzatori di spettro (Stefano P.)</b> 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	<b>Lezione IX (1.5h) Utilizzo di VNA (Andrea M.)</b> 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 19/03	14.00 - 15.30
	<b>Lezione X (1.5h) Considerazioni pratiche (Andrea M.)</b> 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 19/03	15.45 - 17.15
	<b>Introduzione al Laboratorio (3h)</b> 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 20/03	14.00 - 17.15
	<b>Lezione XI (1.5h) Considerazioni pratiche su oscillatori ed amplificatori (Stefano P.)</b> 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

		<b>Gruppo A</b>	<b>Gruppo B</b>			
<b>Week #5</b> 24-28 Marzo		<b>Lab. I (3h)</b> <b>Intro VNA</b>	<b>Lab. II (3h)</b> <b>Intro SPA</b>		<b>Lab. 26/03</b> 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.			
		<b>Lab. II (3h)</b> <b>Intro SPA</b>	<b>Lab. I (3h)</b> <b>Intro VNA</b>		<b>Lab. 27/03</b> 14.00 - 17.15	
		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.			
		<b>Lezione XII (1.5h): Cavità risonanti (caratterizzazione esterna) (Andrea M.)</b>			<b>Aula 2E V. Scarpa</b> <b>27/03</b>	
		Caratterizzazione esterna di cavità risonanti. Cenni alle cavità multicella			11.30 - 13.00	
		<b>Lezione XIII (1.5h) Misure nel dominio del tempo (Stefano P.)</b>			<b>Aula 6 SPV</b> <b>28/03</b>	
		misure in riflessione. misure in trasmissione – misure indirette – gating			8.30-10.00	
<b>Week #6</b> 31 Marzo - 4 Aprile		<b>Lab. III (3h)</b> <b>VNA standard</b>	<b>Lab. IV (3h)</b> <b>SPA</b>		<b>Lab. 2/04</b> 14.00 - 17.15	
		Misure di impedenza/ammittenza con analizzatori di rete vettoriali. Caratterizzazione di componenti elementari reali (condensatori, induttori e resistori). Efficacia della calibrazione. Attenuatori controllati in tensione.	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.			
		<b>Lab. IV (3h)</b> <b>SPA</b>	<b>Lab. III (3h)</b> <b>VNA standard</b>		<b>Lab. 3/04</b> 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.	Misure di impedenza/ammittenza con analizzatori di rete vettoriali. Caratterizzazione di componenti elementari reali (condensatori, induttori e resistori). Efficacia della calibrazione. Attenuatori controllati in tensione.			
		<b>Lezione XIV (1.5h): TDR con VNA, preparazione all'esercitazione (Andrea M.)</b>			<b>Aula 2E Via</b> <b>Scarpa 03/04</b>	
		Time domain reflectometry (TDR): teoria (cenni) ed applicazioni principali. Utilizzo dei moderni VNA per misure nel dominio del tempo: caratteristiche e applicazioni pratiche.			11.30 - 13.00	
		<b>Lezione XV (1.5h): Teniche di misura della costante dielettrica e della tangente di perdita (Stefano P.)</b>			<b>Aula 6 SPV</b> <b>04/04</b>	
		Principali tecniche di misura di costante dielettrica e tangente di perdita. Presentazione delle tecniche usate nelle esercitazioni.			8.30-10.00	
<b>Week #7</b> 14-16 Aprile		<b>Lab. V (3h)</b> <b>PNA Cavità I</b>	<b>Lab. VI (3h)</b> <b>VNA-TDR</b>		<b>Lab. 14/04</b> 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.			
		<b>Lab. VI (3h)</b> <b>VNA-TDR</b>	<b>Lab. V (3h)</b> <b>PNA Cavità I</b>		<b>Lab. 16/04</b> 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.			14.00 - 17.15	
		<b>Slot libera</b>			<b>Da definire</b> ...	
<b>Week #8</b> 28-30 Aprile			<b>Slot libera</b>			<b>Da definire</b> ...
		<b>Lab. VII (3h)</b> <b>VNA-TDR II</b>	<b>Lab. VIII (3h)</b> <b>PNA</b>		<b>Lab. 28/04</b> 14.00 - 17.15	
	Caratterizzazioni di microstrisce. Misure di C,L con TDR (prove d'esame)	Caratterizzazione di un phase shifter. Misura di permittività di materiali solidi in banda X.				
	<b>Lab. VIII (3h)</b> <b>PNA</b>	<b>Lab. VII (3h)</b> <b>VNA-TDR II</b>		<b>Lab. 30/04</b> 14.00 - 17.15		
Caratterizzazione di un phase shifter. Misura di permittività di materiali solidi in banda X.	Caratterizzazioni di microstrisce. Misure di C,L con TDR (prove d'esame)					

Week #9 5-9 Maggio	<p>Lab. IX (3h) PNA -X (prestito Agilent)</p> <p>Caratterizzazione di amplificatori e mixer con analizzatori di rete vettoriale PNA-X</p> <p>E Cal</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>		Lab. 07/05	14.00 - 17.15
	<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. IX (3h) PNA -X (prestito Agilent)</p> <p>Caratterizzazione di amplificatori e mixer con analizzatori di rete vettoriale PNA-X</p> <p>E Cal</p>		Lab. 08/05	14.00 - 17.15
Slot libera				Da definire	...
Week #10 12-16 Maggio	<p><b>Lezione XVI (1.5h) Cavità risonanti in riflessione e misura del campo all'interno (Andrea M.)</b> 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>			Aula 1/E 12/05	...
	<p>Lab. XI (3h) 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. XII (3h) VNA Cavità II</p> <p>Caratterizzazione di cavità risonanti in trasmissione e riflessione. Misure di campo in strutture risonanti</p>		Lab. 14/05	14.00 - 17.15
	<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) 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>		Lab. 15/05	14.00 - 17.15
Slot libera				Da definire	...
LNF week 19-23 Maggio	<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>			Da definire	...
	Open lab/recupero			Da definire	...
	Open lab/recupero			Da definire	...
Week #11 26-30 Maggio	Conclusioni e questionario di valutazione del corso			Aula 6 SPV 28/05	8.30-10.00
	Open lab/recupero			Da definire	...