

|                                                                   |                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>FACOLTÀ</b>                                                    | INGEGNERIA                                                                                                                                                              |
| <b>ANNO ACCADEMICO</b>                                            | 2013/14                                                                                                                                                                 |
| <b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>                                 | Ingegneria elettronica                                                                                                                                                  |
| <b>INSEGNAMENTO</b>                                               | Fondamenti di Microonde                                                                                                                                                 |
| <b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>                                           | Affine                                                                                                                                                                  |
| <b>AMBITO DISCIPLINARE</b>                                        | Attività formative affini o integrative                                                                                                                                 |
| <b>CODICE INSEGNAMENTO</b>                                        | 16947                                                                                                                                                                   |
| <b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>                                    | NO                                                                                                                                                                      |
| <b>NUMERO MODULI</b>                                              | 1                                                                                                                                                                       |
| <b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>                           | ING-INF/02                                                                                                                                                              |
| <b>DOCENTE RESPONSABILE</b>                                       | Salvatore STIVALA<br>Ricercatore a tempo determinato<br>Università degli Studi di Palermo<br><a href="mailto:salvatore.stivala@unipa.it">salvatore.stivala@unipa.it</a> |
| <b>CFU</b>                                                        | 9                                                                                                                                                                       |
| <b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>              | 144                                                                                                                                                                     |
| <b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b> | 81                                                                                                                                                                      |
| <b>PROPEDEUTICITÀ</b>                                             | Campi elettromagnetici                                                                                                                                                  |
| <b>ANNO DI CORSO</b>                                              | Primo                                                                                                                                                                   |
| <b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>                          | Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>                                                                                 |
| <b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>                             | Lezioni frontali;<br>Esercitazioni in aula;<br>Esercitazioni in laboratorio.                                                                                            |
| <b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>                                      | Facoltativa                                                                                                                                                             |
| <b>METODI DI VALUTAZIONE</b>                                      | Prova Orale:<br>Discussione sugli argomenti del corso;<br>Presentazione e discussione di una relazione sulle esercitazioni svolte in laboratorio.                       |
| <b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>                                        | Voto in trentesimi                                                                                                                                                      |
| <b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>                                      | Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>                                                                                 |
| <b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>                       | Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>                                                                                 |
| <b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>                       | Tutti i giorni, previo appuntamento:<br>telefono: 091 23860213<br>e-mail: <a href="mailto:salvatore.stivala@unipa.it">salvatore.stivala@unipa.it</a>                    |

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito le conoscenze necessarie per approcciarsi a fenomeni elettromagnetici caratterizzati da una lunghezza d'onda confrontabile con le dimensioni dei circuiti o degli oggetti in cui il campo elettromagnetico si manifesta.

Lo studente imparerà, inoltre, ad analizzare e descrivere circuiti a microonde, nonché il principio di funzionamento dei componenti a microonde, sia attivi che passivi.

Per il raggiungimento di questo obiettivo, il corso comprende lezioni frontali.

Per la verifica di questo obiettivo, l'esame comprende la discussione sugli argomenti del programma.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente avrà acquisito conoscenza della strumentazione e dei sistemi di misura per la valutazione delle prestazioni tipiche di componenti e circuiti a microonde. Lo studente, al termine del corso, sarà quindi in grado di effettuare misure di parametri di interesse nell'ambito delle microonde, quali lunghezza d'onda, potenza, rapporto d'onda stazionaria, coefficiente di riflessione, fattore di qualità, sfasamento.

Per il raggiungimento di questo obiettivo, il corso comprende: esercitazioni teoriche ed esercitazioni in laboratorio; la preparazione di una relazione sulle misure svolte.

Per la verifica di questo obiettivo, l'esame comprende: la discussione degli elaborati oggetto delle esercitazioni teoriche e della relazione sulle esercitazioni in laboratorio.

### **Autonomia di giudizio**

Lo studente avrà acquisito una conoscenza dei vantaggi e dei limiti delle prestazioni raggiunte con le differenti tecnologie disponibili. Egli sarà quindi in grado di decidere, in fase di progettazione, quale di esse adottare ed, eventualmente, sulla necessità di uno sviluppo.

Per l'approccio metodologico, teorico-sperimentale, acquisito durante il corso, egli potrà esprimere giudizio autonomo sulle problematiche connesse ai componenti ed ai circuiti a microonde.

Per il raggiungimento di questo obiettivo, il corso comprende lezioni ed esercitazioni sulla progettazione.

Per la verifica di questo obiettivo, l'esame comprende la discussione su aspetti progettuali.

### **Abilità comunicative**

Lo studente sarà in grado di comunicare con competenza e proprietà di linguaggio su tematiche, anche complesse, riguardanti le microonde.

Per il raggiungimento di questo obiettivo, il corso comprende discussioni in aula e dibattiti guidati sulle tematiche affrontate.

Per la verifica di questo obiettivo, l'esame comprende: una prova orale sugli argomenti del corso e l'esposizione della relazione sulle esercitazioni svolte in laboratorio.

### **Capacità d'apprendimento**

Lo studente sarà in grado di comprendere problematiche relative all'utilizzazione di componentistica passiva a microonde. Sarà in grado di avviarsi nello studio di tematiche complesse quali la progettazione di componentistica *ad hoc*, la generazione e l'amplificazione delle microonde.

Per il raggiungimento di questo obiettivo, il corso comprende: lezioni frontali; esercitazioni teoriche e di laboratorio; dibattiti guidati su temi proposti.

Per la verifica di questo obiettivo, l'esame comprende: la discussione sugli argomenti del programma; la discussione della relazione sulle esercitazioni svolte in laboratorio.

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

I principali obiettivi formativi del corso consistono nell'acquisizione da parte dello studente di nozioni, metodologie e tecniche per lo studio e l'analisi dei componenti a microonde, sia attivi che passivi e dei circuiti a microonde. Lo studente sarà in grado inoltre di valutarne le prestazioni mediante appropriati sistemi di misura.

| ORE FRONTALI                 | LEZIONI FRONTALI                                                                                                                                                |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                            | Introduzione al corso                                                                                                                                           |
| 1                            | Richiami sulla propagazione elettromagnetica e sulle guide d'onda                                                                                               |
| 1                            | La linea a striscia e la microstriscia                                                                                                                          |
| 5                            | Circuiti a microonde                                                                                                                                            |
| 4                            | Componenti passivi a microonde                                                                                                                                  |
| 4                            | Giunzioni non reciproche a ferrite                                                                                                                              |
| 6                            | Circuiti risonanti e cavità                                                                                                                                     |
| 6                            | Filtri a microonde                                                                                                                                              |
| 4                            | Tubi a microonde                                                                                                                                                |
| 3                            | Oscillatori                                                                                                                                                     |
| 2                            | Cenni di metodi numerici                                                                                                                                        |
| 12                           | Strumentazione e misure a microonde                                                                                                                             |
| <b>49</b>                    | <b>Totale ore lezioni frontali</b>                                                                                                                              |
|                              |                                                                                                                                                                 |
|                              | ESERCITAZIONI TEORICHE                                                                                                                                          |
| 3                            | Calcolo dei parametri di <i>scattering</i> di giunzioni a microonde                                                                                             |
| 2                            | Analisi di attenuatori e sfasatori                                                                                                                              |
| 2                            | Progetto di accoppiatori direzionali                                                                                                                            |
| 2                            | Calcolo del fattore di qualità di un risonatore a cavità e di un risonatore dielettrico                                                                         |
| 3                            | Sintesi di filtri a microonde                                                                                                                                   |
| <b>12</b>                    | <b>Totale ore esercitazioni teoriche</b>                                                                                                                        |
|                              |                                                                                                                                                                 |
|                              | ESERCITAZIONI IN LABORATORIO                                                                                                                                    |
| 4                            | Misure di ROS e di coefficiente di riflessione su linea fessurata e in guida d'onda al variare del carico                                                       |
| 2                            | Accoppiatori direzionali e metodo riflettometrico                                                                                                               |
| 2                            | Adattamento di un carico                                                                                                                                        |
| 2                            | Misure con ondometro                                                                                                                                            |
| 2                            | Misure con bolometro                                                                                                                                            |
| 2                            | Misure con analizzatore di spettro                                                                                                                              |
| 2                            | Misura di sfasamento su sfasatore a spostamento di lamina                                                                                                       |
| 1                            | Visualizzazione dei modi risonanti in un forno a microonde                                                                                                      |
| 1                            | Cavità risonante con modi <i>whispering</i>                                                                                                                     |
| 2                            | Misura di fattore di qualità caricato di una cavità risonante                                                                                                   |
| <b>20</b>                    | <b>Totale ore esercitazioni in laboratorio</b>                                                                                                                  |
|                              |                                                                                                                                                                 |
|                              |                                                                                                                                                                 |
| <b>TESTI<br/>CONSIGLIATI</b> | R. Sorrentino, G. Bianchi, "Ingegneria delle microonde e radiofrequenze", McGraw-Hill<br><br>R. E. Collin, "Foundations for Microwave Engineering", McGraw-Hill |