

## **SISTEMI ELETTRONICI A RF (A.A. 2017-2018)**

**Docenti:**

**Prof. Pasquale Tommasino**

**Prof. Stefano Pisa**

### **Orario Lezioni**

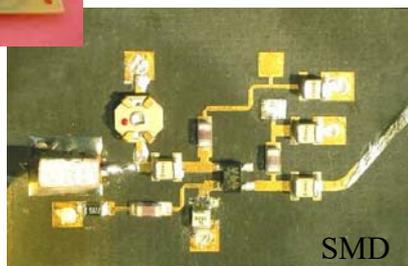
- Lunedì	12.00-14.00	AULA 26
- Martedì	10:00-12.00	AULA 22
- Mercoledì	12.00-14.00	AULA 28
- Giovedì	10.00-12.00	AULA 25

**9 Crediti - 12 settimane ( $\approx$  90 ore)**

## Sistemi a RF/microonde

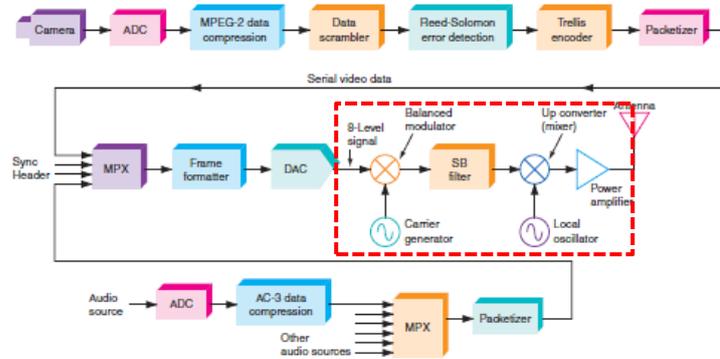
Denominazioni	Intervallo di frequenza GHz ( $10^9$ Hz)
HF	0.003 - 0.030
VHF	0.030 - 0.300
UHF	0.300 - 1.000
Banda L	1.0 - 2.0
Banda S	2.0 - 4.0
Banda C	4.0 - 8.0
Banda X	8.0 - 12.0
Banda Ku	12.0 - 18.0
Banda K	18.0 - 26.5
Banda Ka	26.5 - 40.0
Banda Q	40.0 - 50.0
Banda V	50.0 - 75.00
Millimetrico	40.0 - 300.0
Terahertz	> 300.0

## Circuiti a componenti discreti



# Trasmittitore TV Digitale

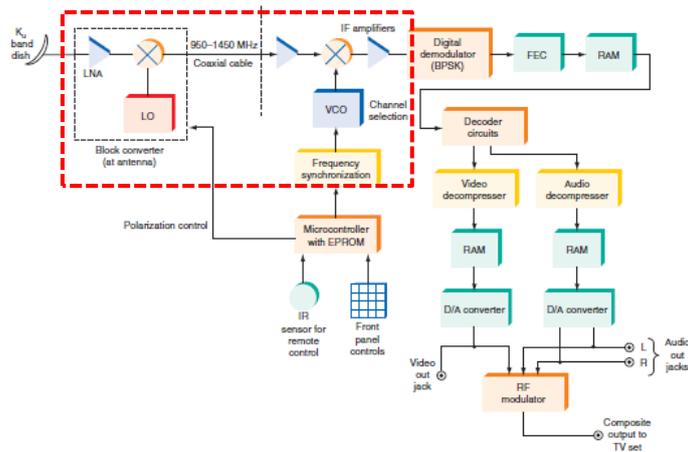
Figure 23-27 HDTV transmitter. United States



In Europa Digital Video Broadcast - Terrestrial (DVB-T)  
 Multiplazione a divisione di frequenza a codici ortogonali (COFDM)  
 con 16-QAM o 64-QAM. DVB-S (satellitare)

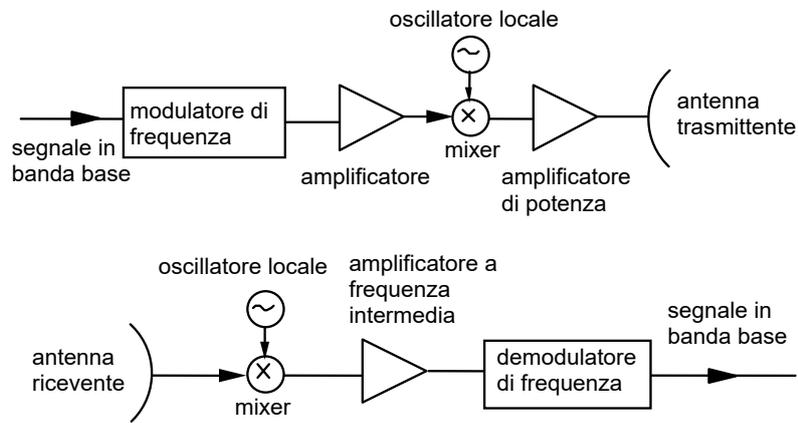
# Ricevitore DBS

Figure 23-24 Digital DBS TV receiver.

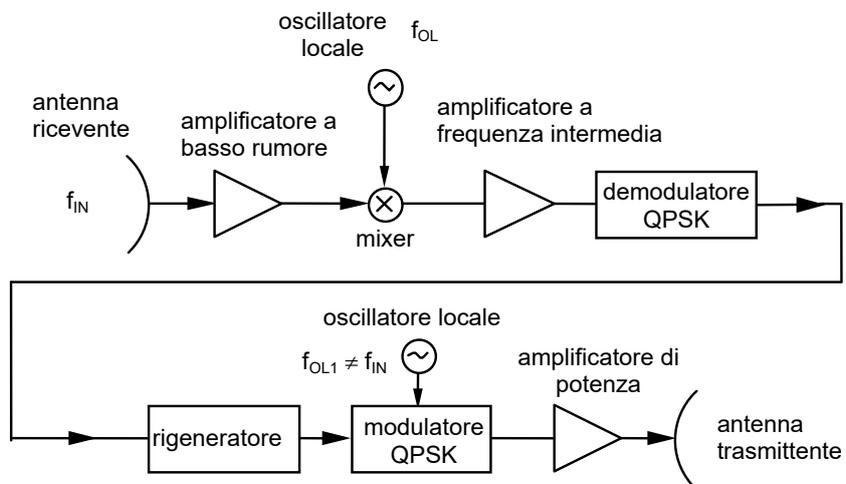


(DVB-S) Uplink 14-14.5 GHz    Downlink 10.95 – 12.75 GHz (500 MHz)  
 polarizzazioni RHCP e LHCP

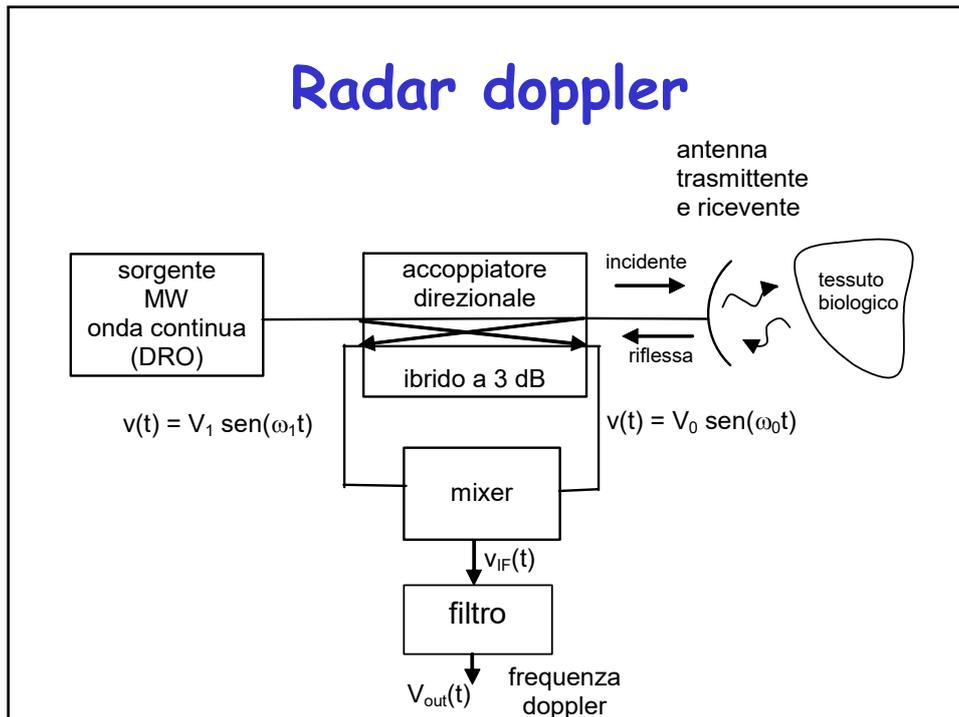
## Sistema rice-trasmittente terrestre (segnali analogici 2 - 13 GHz)



## Transponder su satellite (segnali digitali)



## Radar doppler



## Programma del Corso

- INTRODUZIONE: Esempi di sistemi di telecomunicazione e radar, esempio di progetto.
- OSCILLATORI A RF: circuiti risonanti, fattori di merito e perdite, esempi di reti RLC intorno alla risonanza, il coefficiente di stabilità in frequenza, il quarzo come elemento circuitale, rumore di fase. Oscillatori a controreazione: Oscillatori **Colpitts e al quarzo**. Oscillatori a resistenza negativa: condizioni di mantenimento, innesco e stabilità delle oscillazioni, **oscillatori a risonatore dielettrico, oscillatori a risonatore ceramico**.

## Programma del Corso

- AMPLIFICATORI A RF: stabilità, circonferenze di stabilità, fattore di Rollet, calcolo del guadagno di trasduzione, parametri di rumore, **amplificatori per il massimo guadagno**: dimensionamento a partire da transistors incondizionatamente stabili, realizzazione delle reti di adattamento con elementi distribuiti o concentrati, dimensionamento a partire da transistors condizionatamente stabili, dimensionamento delle reti di stabilizzazione. **Amplificatori a bassa figura di rumore**. **Amplificatori di potenza**, parametri e classi degli amplificatori, dimensionamento di amplificatori di potenza in classe A. Progetto a partire da modelli non-lineari o da misure di load pull.

## Programma del Corso

- FILTRI A RF: **Progetto di filtri RF** con il metodo del passa basso prototipo di riferimento, realizzazione con elementi concentrati ed in tecnologia planare di filtri passa basso e passa banda
- MIXER A RF: parametri caratteristici dei mixer **Mixer con transistors**: BJT, JFET. **Mixer con diodi**: modello non lineare del diodo schottky, cause e modelli del rumore nei diodi, mixer a singolo diodo, mixer bilanciati.

## Programma del Corso

- Amplificatore IF e controllo del guadagno.
- Il PLL: principio di funzionamento, risposta ad un errore di fase e di frequenza, stabilità, il progetto di un PLL.
- MODULATORI E DEMODULATORI: Modulatori e demodulatori AM, SSB, di frequenza
- CAD: Esempi CAD Microwave Office, di tutti i circuiti descritti

## Esercitazioni

CAD applicato al progetto di reti di adattamento e circuiti RLC

CAD applicato al progetto di oscillatori  
Colpitts, Quarzo, Ceramici, dielettrici

CAD applicato al progetto di amplificatori  
amplificatore reactive matching, low noise e di potenza

CAD applicato al progetto di filtri con elementi concentrati e distribuiti

CAD applicato al progetto di mixers

*SEMINARIO INGEGNERI AZIENDE ROMANE*

## SISTEMI ELETTRONICI A RF

	HF	VHF-UHF	MICROONDE
<b>OSCILLATORI</b>	COLPITTS QUARZO	COLPITTS CRO	CRO DRO
<b>AMPLIFICATORI</b>			
<b>Alto Guadagno</b>	Electronica II	Electronica II	ADATTAMENTO REATTIVO
<b>Basso Rumore</b>	Electronica II	Electronica II	ADATTAMENTO REATTIVO
<b>Alta Potenza</b>	TRASFORMATORE HF	TRASFORMATORE VHF UHF	ADATTAMENTO REATTIVO
<b>MIXER</b>	Diodi Schottky Diplexer	Diodi Schottky Diplexer	DIODO SCHOTTKY IBRIDO A 180°
	TRANSISTORS	TRANSISTORS	TRANSISTORS
<b>FILTRI</b>	LUMPED	LUMPED (SMD)	MICROSTRISCIA
<b>MODULATORI, DEMODULATORI</b> ESERCITAZIONI CAD (MICROWAVE OFFICE) SU TUTTI I CIRCUITI			

## Materiale Didattico

Appunti del corso disponibili al sito

<http://mwl.diet.uniroma1.it/people/pisa/sisele.html>

MATERIALE INTEGRATIVO/Kikkert\_RF\_Electronics\_Course

<http://www.rf-microwave.com/en/home.html>

<http://www.awrcorp.com/products/microwave-office>

1802\_innovent\_SMR\_334.pdf NI AWR EDA Software | AWR in...  
www.awrcorp.com

**NATIONAL INSTRUMENTS** NI AWR Design Environment

English Search... Download Free Trial

AWR is now NI. Visit ni.com/ni to learn more about NI RF tools.

Products Solutions & Applications Resource Library Support Resources Customer Stories News & Events Company

### FEATURED WEBINAR

**Dr. Steve Cripps Presents**  
EuMW MicroApps Keynote: Putting The Knee Into PA Modes

REGISTER HERE



**Clipped Class BJ (-1)**

- Continuous Clipped Modes
- Voltage clipping shifts the impedance environment but basic "continuous mode" concepts remain intact

Dr. Steve C. Cripps  
Cardiff University

**Microwave Office** RF and Microwave Circuit Design [Learn more](#)

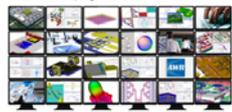
**Visual System Simulator** Wireless Communications System Design [Learn more](#)

**Analog Office** High-Frequency Analog/RFIC Design [Learn more](#)

**AXIEM** 3D Planar Electromagnetic Simulator [Learn more](#)

**Analyst** 3D FEM Electromagnetic Simulator [Learn more](#)

**NI AWR Design Environment**  
Now Playing on a Screen Near You



[Click here to learn more >>](#)

**Recent News**

EuCAP Short Course Provides Hands-On Experience With NI AWR Software (Feb 28, 2018)

University of Hyogo Graduate Students Design a Unique Broadband Branch-Line Coupler Using NI AWR Software (Feb 21, 2018)

Application Example Demonstrates How to Design and Simulate Phased Arrays With NI AWR Software (Feb 20, 2018)

AGH University Researchers Model a Low-Cost Microwave Vector System With NI AWR Software (Feb 14, 2018)

**Upcoming Events**

EDI CON China 2018  
Mar 20, 2018 to Mar 22, 2018  
Beijing, China

EuCAP Workshop: Ground Plane Boresight - Antenna Design for Wireless Devices  
Apr 13, 2018  
London, UK

Expo Electronica  
Apr 13, 2018 to Apr 19, 2018  
Moscow, Russia

ARIBS Conference  
Apr 23, 2018 to Apr 24, 2018  
Oxford Belby, NI Thame, UK

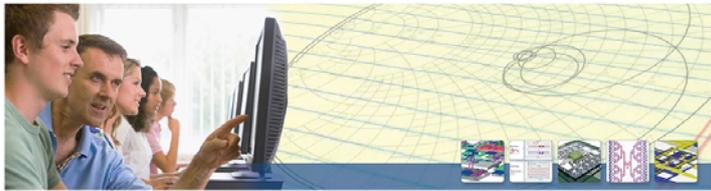
www.awrcorp.com/support-resources/university-support/students

**NATIONAL INSTRUMENTS** NI AWR Design Environment

English Search... Download Free Trial

AWR is now NI. Visit ni.com/ni to learn more about NI RF tools.

Products Solutions & Applications Resource Library Support Resources Customer Stories News & Events Company



Getting Started >

Customer Resources >

University Support >

### Students

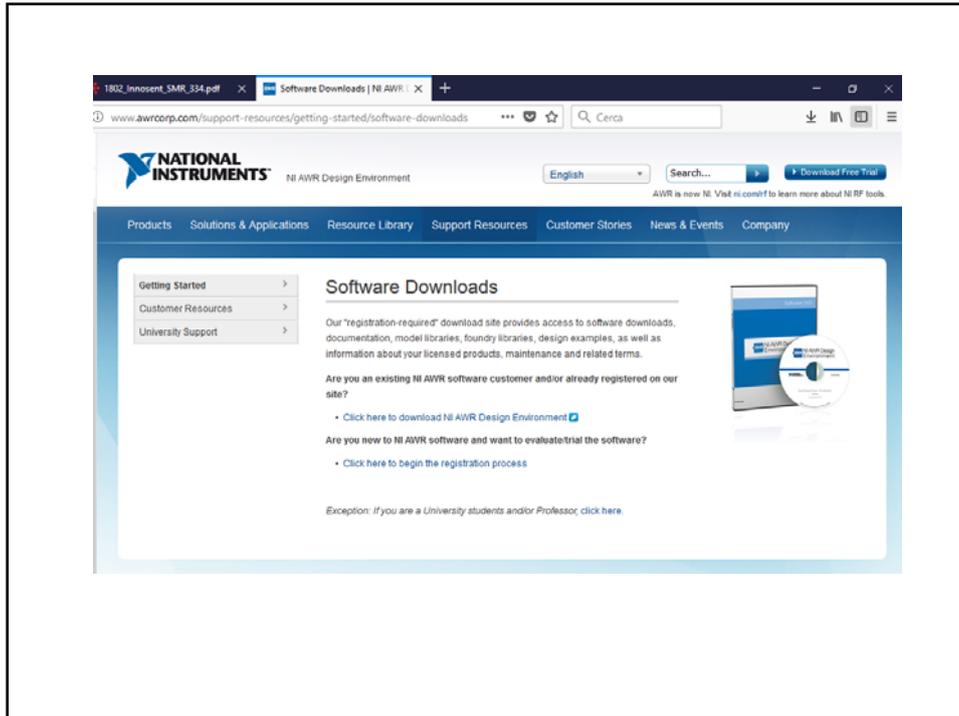
We are committed to helping students in electrical engineering learn more about fundamental microwave & RF principles as aided by the use of our software solutions.

To get started, click on the link below that best describes what you are looking to accomplish:

- [I Need to Make a License](#)
- [I Need Help With the Software](#)
- [Student Design Competitions](#)
- [How Do I Get My School Involved?](#)

### AWR in Class

- Aborn University
- Braunschweig University
- Chongqing University
- ECIT/Queens, Belfast
- Fachhochschule Kiel
- Georgia Tech
- James Cook University



### NI/AWR DESIGN ENVIRONMENT University Program (Flexible Access) Installation Instructions

Determine the HostID of your machine by clicking the START button. For Windows 7 or 8, enter the following command in the search field at the bottom; for Windows 10, simply start typing the command after clicking START and the search field will appear automatically:

**CMD /K VOL C:**

Your Disk Serial Number will be displayed. This DSN is an 8-character hexadecimal string. Use this string, without the hyphen, in the next step. Here is an example:

```

C:\Windows\system32>
Volume in drive C: is OS
Volume Serial Number is 1E51A310A4
  
```

Visit our licensing site to generate a license: <https://awrcorp.com/register/customer.aspx?univ>. You must use your university email address. You will receive a license in an email almost immediately.

**NOTE:** If this is your first visit to this site, you will receive login credentials for our download site. **SAVE THIS INFORMATION** – you will need it anytime you want to access an update.

Visit our download site to access the installer: <https://awrcorp.com/download/login.aspx> (using the login credentials supplied in an earlier email). Choose "AWR V13" unless you need Analyst for arbitrary 3D finite element analysis. **NOTE:** version may not be exactly as shown below.

**Downloads**

description (click link for more information)	sw_version	last_updated	download	filesize
<a href="#">AWR and Analyst V13 (Update 3)</a>	13.03	2017-10-10	download	612.17MB
<a href="#">AWR V13 (Update 3)</a>	13.03	2017-10-10	download	356.32MB

Run the installer. Unless you are planning to do integrated circuit work, we recommend choosing either **mm** or **mil** for your default units. This will set you up in a standard one-layer PCB/hybrid process. (If you choose **µm**, the program will assume you are doing MMIC work and set up the layers this way.)

Go back to the email with the license attachment and simply double-click the attachment. The license will install and configure itself.

Start the program.

If you have any difficulty, please contact the NI/AWR University Program Manager, Mark Saffian, at [mark.saffian@ni.com](mailto:mark.saffian@ni.com).

## Progetto di circuiti a RF

- 1) Specifiche di progetto (elettriche, meccaniche, ambientali)
- 2) Dimensionamento (analitico, carta di Smith, etc..)
- 3) Ottimizzazione (CAD)
- 4) Layout (autocad, etc..)
- 5) Realizzazione del prototipo (microforgia, fotoincisione)
- 6) Misure sul prototipo

## Specifiche di progetto di un filtro

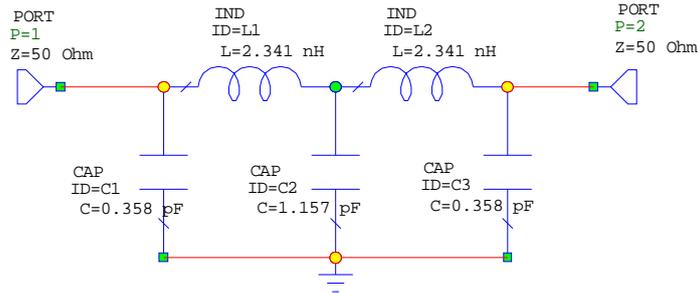
- filtro passa basso
- massimamente piatto in banda passante
- frequenza di taglio  $f_c = 5.5 \text{ GHz}$
- attenuazione al cut-off di 3dB
- 10 dB di attenuazione a 7 GHz.

## Dimensionamento (ideale)

metodo del passa basso prototipo di riferimento

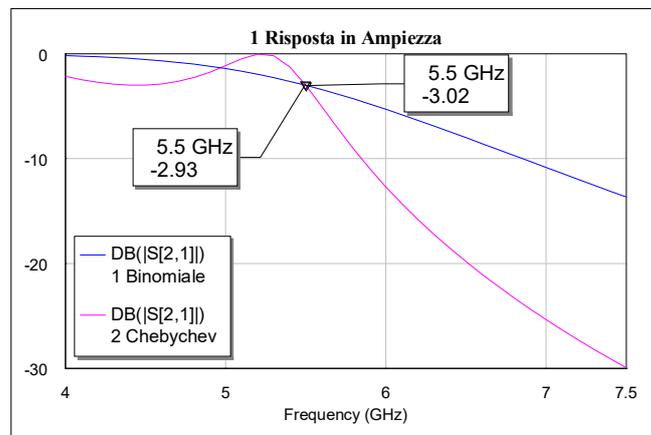
Elementi del filtro  $N = 5$

$g_1=0.618, g_2=1.618, g_3=2, g_4=1.618, g_5=0.618$   
filtro denormalizzato

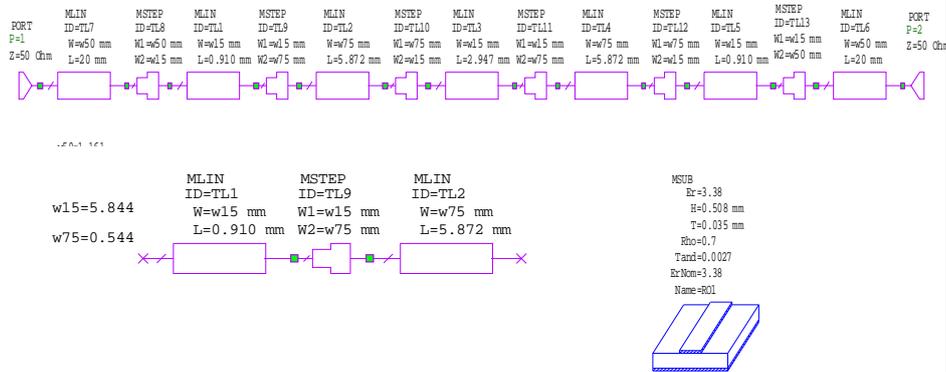


## Dimensionamento (ideale)

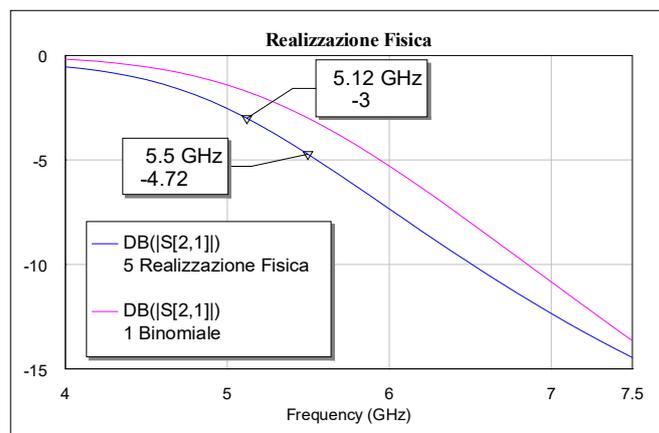
Risultati



## Dimensionamento (fisico)



## Dimensionamento (fisico) Risultati



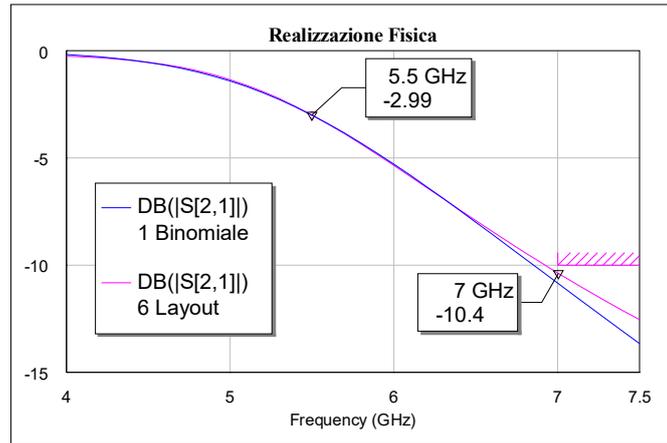
a causa degli step, c'è un notevole scostamento dal comportamento ideale

## Ottimizzazione (CAD)

Goal: attenuazione maggiore di 10 dB a 7 GHz

Variables: lunghezze dei tratti

Optimization methods: Random + Gradient



## Layout

47mm

