

# Politecnico di Torino



## Workshop

Realizzazione di un Sistema Fotonico di Trasmissione Dati:  
Guida Utente per i Modelli LTSpice



Gruppo 2  
*Marco Bracchetti* s277909  
*Davide Costa* s274707  
*Antonio Moles* s275921

ANNO ACCADEMICO 2020-2021

# Indice

<b>1</b>	<b>Simulazione dei filtri</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Simulazione del circuito</b>	<b>2</b>
2.1	Selezione del tipo di simulazione . . . . .	2
2.2	Selezione del file PWL . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Simulazione del circuito con rumore</b>	<b>3</b>
3.1	Selezione del rumore sul segnale . . . . .	3
<b>4</b>	<b>Risposta in frequenza del circuito</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Simulazioni con Metodo Monte Carlo</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>Analisi della stabilità</b>	<b>5</b>

## 1 Simulazione dei filtri

Nel file “**filters\_diff.asc**” (Figura 1.1) sono stati modellati i cinque filtri RC differenziali del primo ordine.

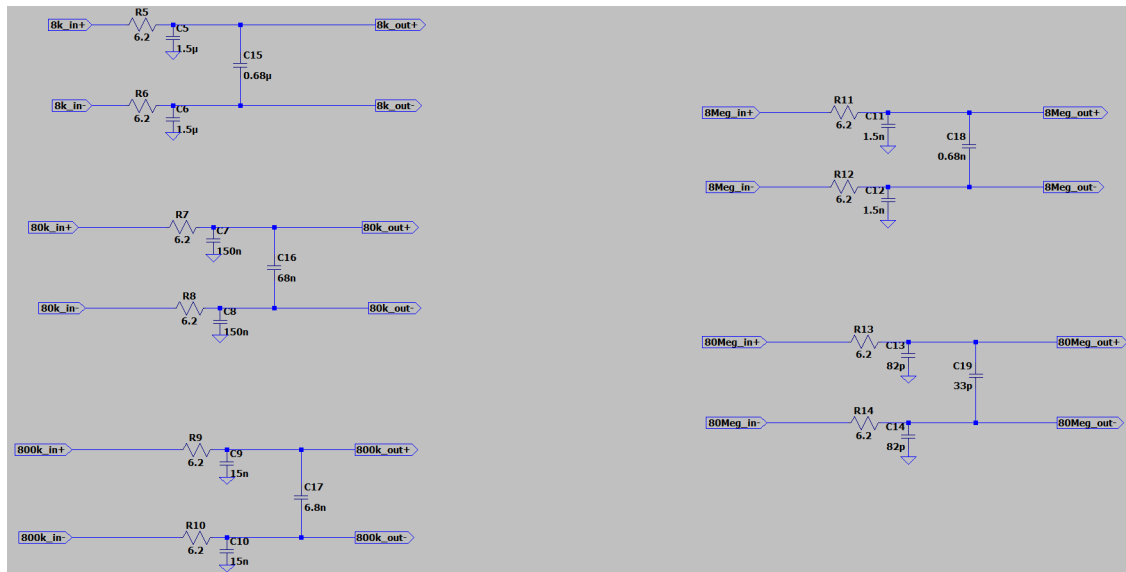


Figura 1.1

Il file “**filter\_bank\_freq\_analysis.asc**” (Figura 1.2) è stato utilizzato per verificare la risposta in frequenza del sistema “switch + filtri”.

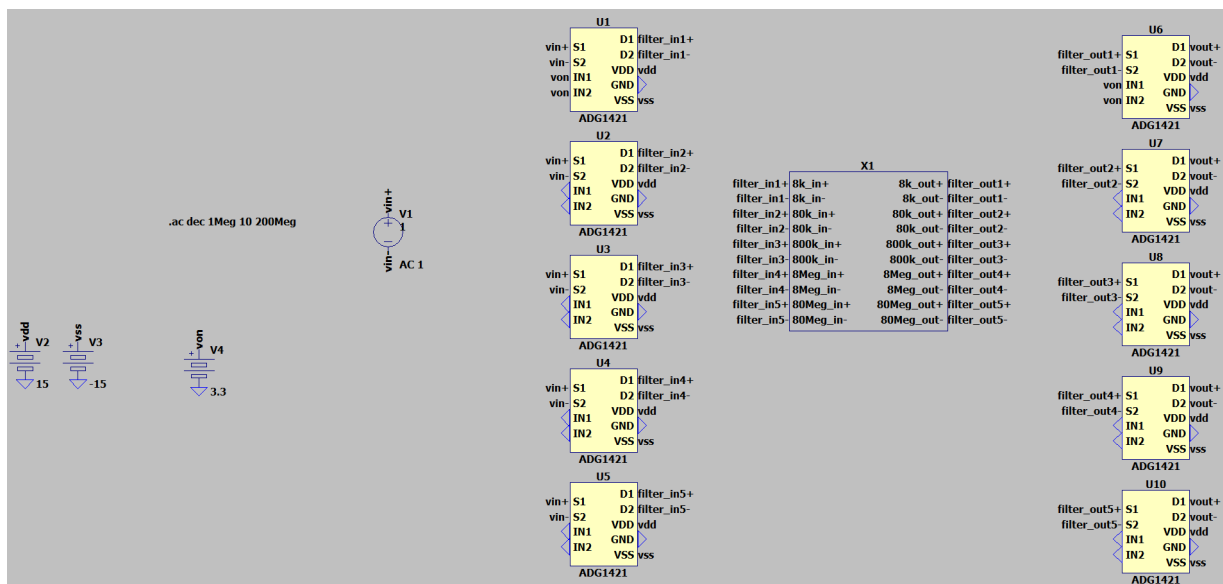


Figura 1.2

Gli switch sulla sinistra sono quelli che instradano il segnale di ingresso verso il filtro corretto, mentre i filtri sulla destra connettono le uscite dei diversi filtri verso il comparatore.

Le etichette che connettono gli switch ai filtri esplicitano il bit rate corrispondente: ad esempio, lo switch “U1”, connesso alle etichette “filter\_in\_1+” e “filter\_in\_1-”, è lo switch di ingresso da selezionare per un bit rate di 10 kbps.

Per eseguire l'analisi in frequenza di un certo filtro, basta attivare gli switch di ingresso e di uscita corrispondenti e disattivare tutti gli altri switch. Per selezionare uno switch, basta connettere l'etichetta "von" ai pin "IN1" e "IN2", mentre ponendo questi ultimi pin a ground, lo switch viene deselezionato.

## 2 Simulazione del circuito

Il file “Circuit.asc” (Figura 2.1) è stato utilizzato per la simulazione del circuito.

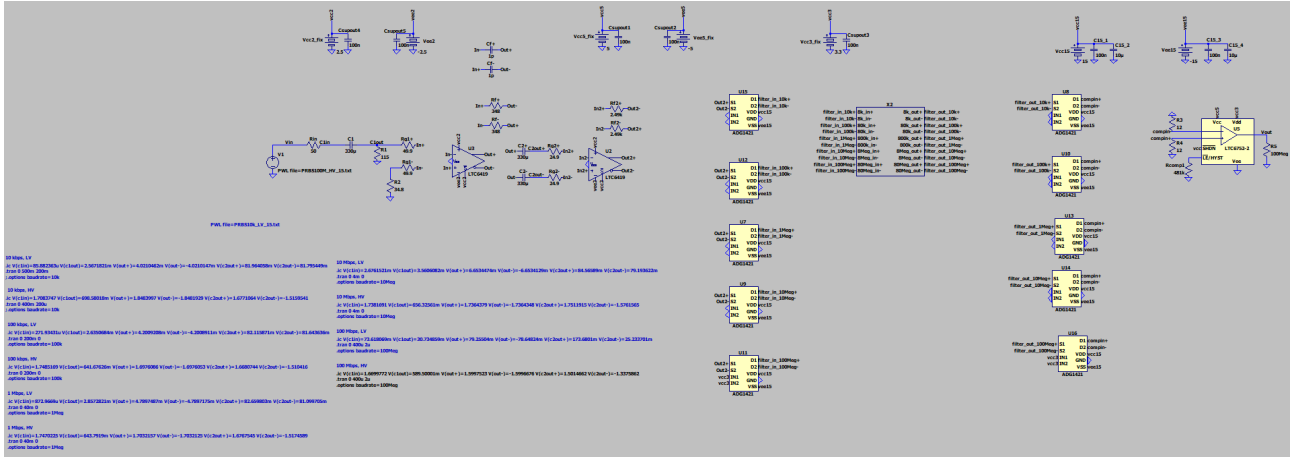


Figura 2.1

Per simulare correttamente il funzionamento del circuito per un particolare bit rate, bisogna eseguire le seguenti azioni:

- Selezionare gli switch corretti (come mostrato nel capitolo 1);
- Selezionare il tipo di simulazione da effettuare;
- Selezionare il file PWL corretto.

### 2.1 Selezione del tipo di simulazione

Per quanto riguarda il tipo di simulazione da effettuare, nell’angolo in basso a sinistra sono riportati i comandi per ogni simulazione.

Un esempio di comando è riportato in Figura 2.2.

```
100 Mbps, HV
.ic V(c1in)=1.6699772 V(c1out)=589.50001m V(out+)=1.5997523 V(out-)=-1.5996676 V(c2out+)=1.5014662 V(c2out-)=-1.3375862
.tran 0 400u 2u
.options baudrate=100Meg
```

Figura 2.2

In alto è indicato sia il bit rate (100 Mbps), che l’ampiezza del segnale d’ingresso (HV). In particolare, i segnali di ingresso possono avere due ampiezze: HV (High Voltage) e LV (Low Voltage).

Nel caso HV, il segnale di ingresso ha ampiezza picco-picco di 2.2 V, ovvero assume la massima dinamica possibile.

Nel caso LV, il segnale ha la minima dinamica possibile, che è diversa per ogni bit rate, come riportato in Tabella 2.1.

Bit rate	Ampiezza picco-picco
10 kbps	108 $\mu V$
100 kbps	342 $\mu V$
1 Mbps	1.1 mV
10 Mbps	3.4 mV
100 Mbps	97.3 mV

Tabella 2.1

Il primo comando (.ic) è relativo alle condizioni iniziali, in modo da far partire la simulazione a transitorio terminato.

Il secondo comando (.tran) definisce l’intervallo di tempo da simulare.

Il terzo comando (.options) permette di visualizzare l’eye diagram risultante dalla simulazione.

## 2.2 Selezione del file PWL

Tutti i file PWL da utilizzare sono contenuti nella directory di riferimento.

Il nome di ogni file PWL è nel formato “**PRBS\_xx\_yy\_zz**”, dove:

- xx corrisponde al bit rate (10k, 100k, 1M, 10M, 100M);
- yy corrisponde all’ampiezza del segnale di ingresso (HV, LV);
- zz corrisponde all’ordine della PRBS (07, 15, 23, 31).

## 3 Simulazione del circuito con rumore

Il file “**Circuit\_noise\_analysis.asc**” (Figura 3.1) è stato utilizzato per stimare le prestazioni del circuito in presenza del rumore introdotto dal foto-ricevitore, dagli stadi di amplificazione e dall’alimentazione.

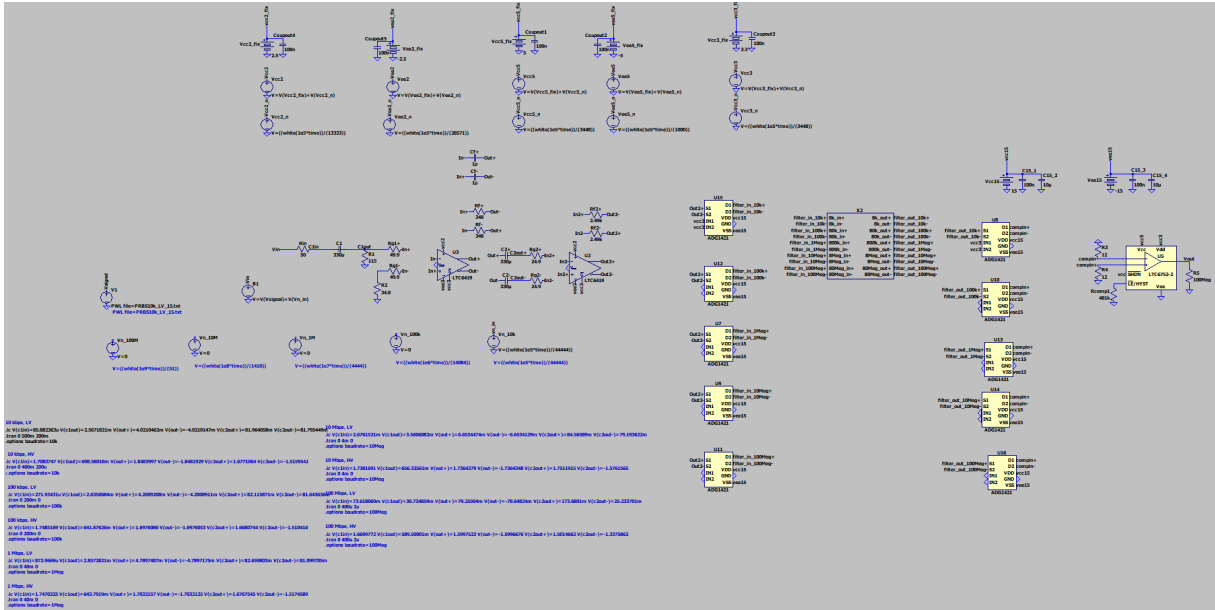


Figura 3.1

Per simulare correttamente il funzionamento del circuito per un particolare bit rate, bisogna eseguire le seguenti azioni:

- Selezionare gli switch corretti (capitolo 1);
- Selezionare il tipo di simulazione da effettuare (capitolo 2);
- Selezionare il file PWL corretto (capitolo 2);
- Selezionare il rumore sul segnale.

### 3.1 Selezione del rumore sul segnale

Il segnale di ingresso (etichetta “vin”) è dato dalla somma del segnale ideale (“vsignal”) e del rumore (“vn\_in”).

Poiché per ogni bit rate il rumore sul segnale ha ampiezza diversa, bisogna selezionare il generatore di rumore corretto. Nello schematico, infatti, sono presenti cinque generatori di rumore, uno per ogni bit rate: “Vn\_10k”, “Vn\_100k”, “Vn\_1M”, “Vn\_10M”, “Vn\_100M”.

In Figura 3.2 è riportata, come esempio, la corretta configurazione per selezionare il rumore corrispondente al bit rate 10 kbps.



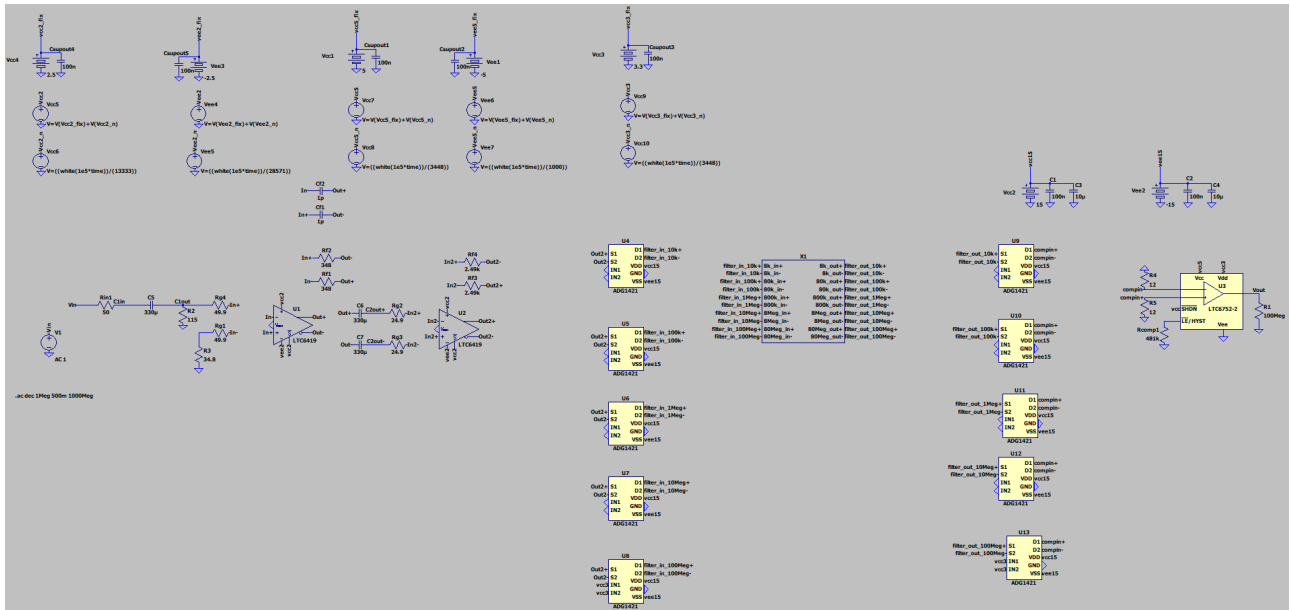
Figura 3.2

Ogni volta che si sceglie un bit rate bisogna:

- Connettere l'etichetta “vn.in” al generatore corretto;
- Impostare la funzione di rumore corretta nel generatore selezionato (riportata nel commento sottostante ad ogni generatore);
- Impostare una funzione nulla per tutti gli altri generatori di rumore.

## 4 Risposta in frequenza del circuito

Il file “**Circuit\_freq\_analysis.asc**” (Figura 4.1) è stato utilizzato per l'analisi della risposta in frequenza del circuito.



Per simulare correttamente il funzionamento del circuito per un particolare bit rate, bisogna eseguire le seguenti azioni:

- Selezionare gli switch corretti (capitolo 1);
- Selezionare il tipo di simulazione da effettuare (capitolo 2);
- Selezionare il file PWL corretto (capitolo 2).

## 6 Analisi della stabilità

Il file “**Circuit\_stability.asc**” (Figura 6.1) è stato utilizzato per l’analisi della stabilità del circuito.

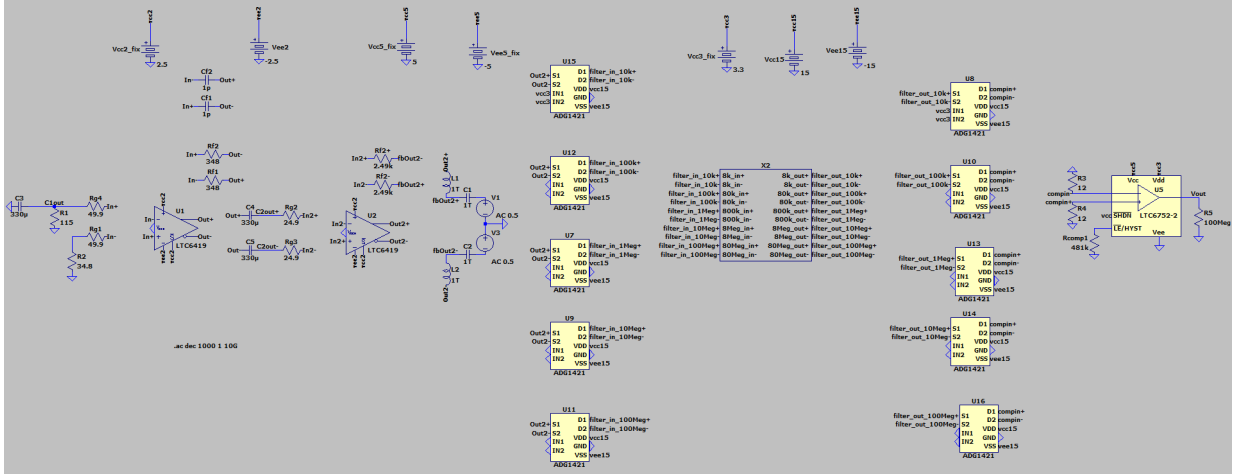


Figura 6.1

Per simulare correttamente il funzionamento del circuito per un particolare bit rate, bisogna selezionare gli switch corretti (capitolo 1).

Il segnale da visualizzare per osservare  $A_{ol} \cdot \beta$  è  $(V(Out2+) - V(Out2-)) / (V(fbOut2+) - V(fbOut2-))$ .