



ELETTRONICA

CdS Ingegneria Biomedica

LEZIONE A.02

Circuiti a diodi: configurazioni, analisi, dimensionamento

Caratteristica di trasferimento

Tagliatori

Generatori di funzioni

Rivelatori di picco e di inviluppo

Fissatori

Parte 1

Circuiti non lineari senza memoria

Caratteristica di trasferimento

Tagliatori di segnali

Generatore di funzioni lineari a tratti

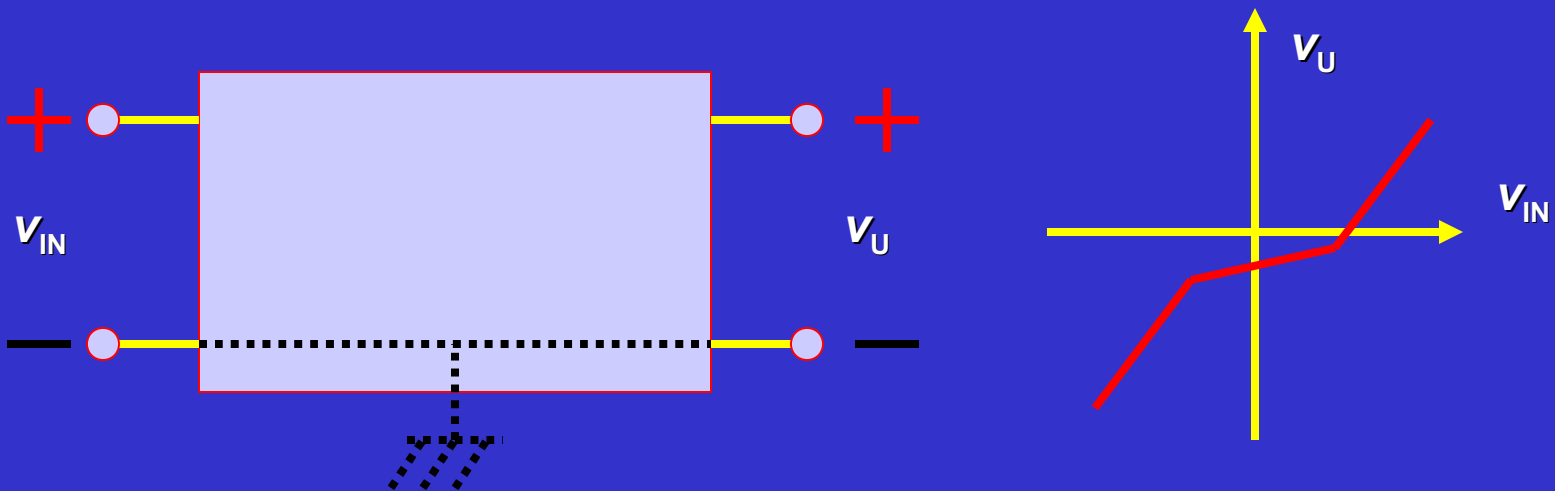
Caratteristica di trasferimento

➤ Definizione

- In un circuito elettrico a due porte, la relazione $v_U - v_{IN}$

➤ Osservazioni

- La caratteristica è ricavata in condizioni statiche
- Solitamente le due porte hanno un riferimento comune

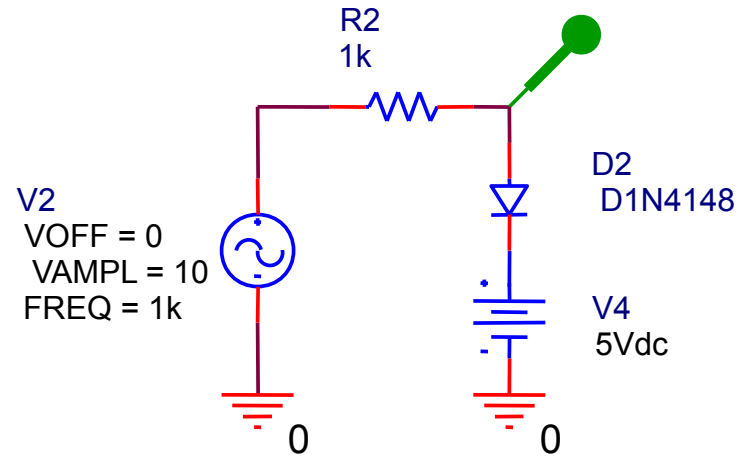
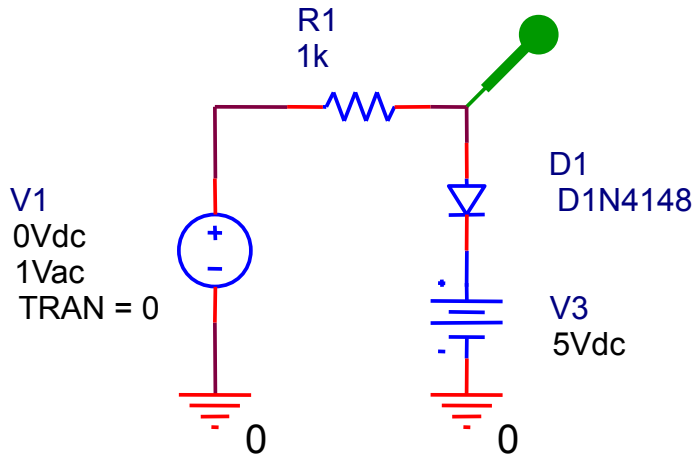


Il tagliatore (clipper)

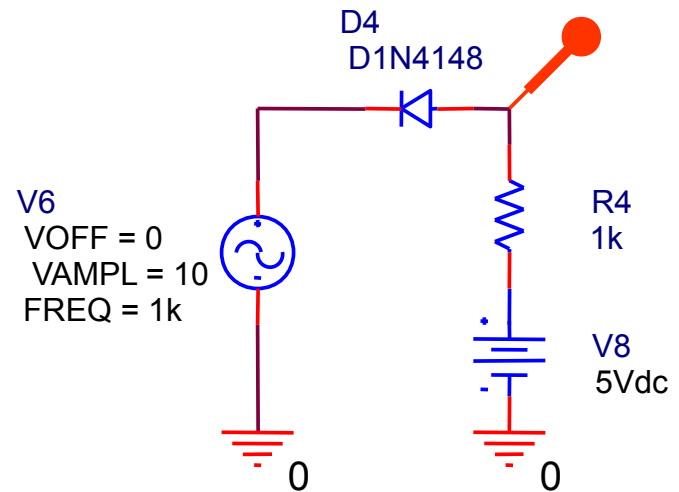
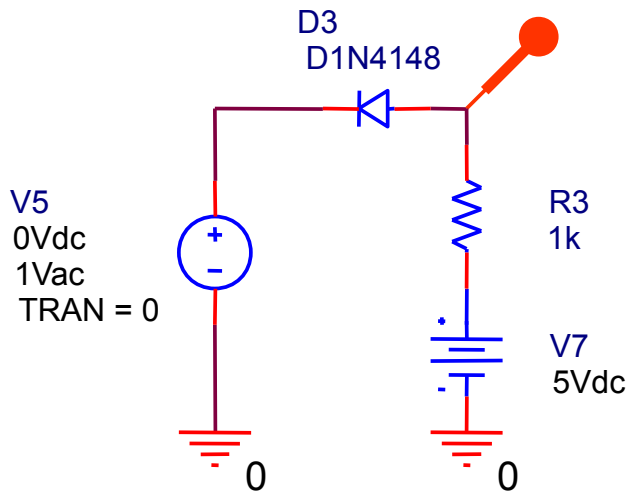
- **Circuito a due porte che taglia parti dell'ingresso**
 - Si può tagliare la parte in alto, in basso o entrambe
 - **Versione parallela**
 - Quando il diodo entra in conduzione l'uscita viene tagliata
 - Taglio non netto e traslato di V_γ
 - Si possono mettere diodi opposti in parallelo (taglio in alto e basso)
 - **Versione serie**
 - L'uscita viene tagliata quando il diodo si interdice
 - Taglio più netto, ma forma d'onda distorta e traslata di V_γ
- **Analisi**
 - Può essere fatta con il modello per grandi segnali (linearizzato)
 - Diodo ideale, generatore di V_γ e resistenza r_d

Tagliatori in alto

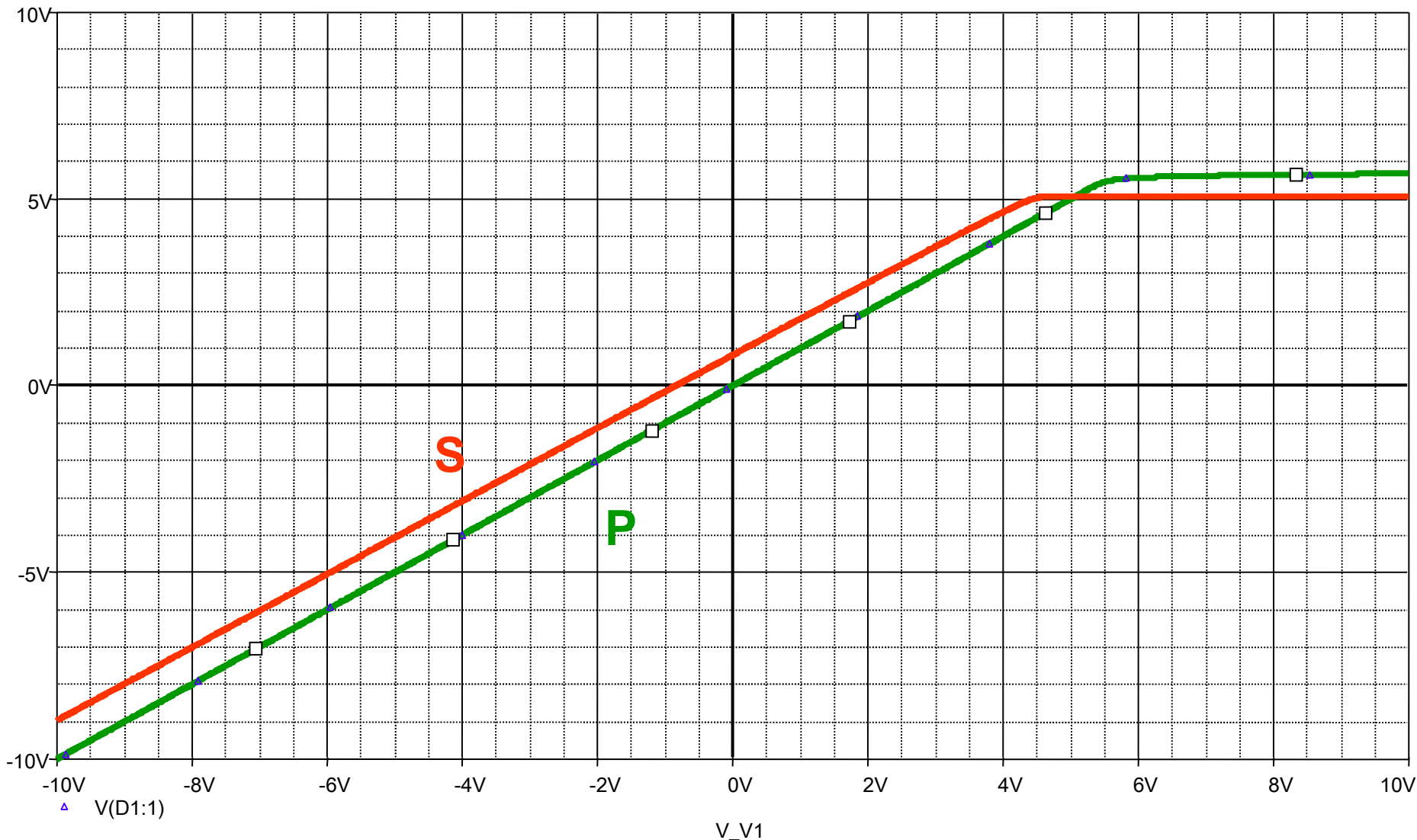
P



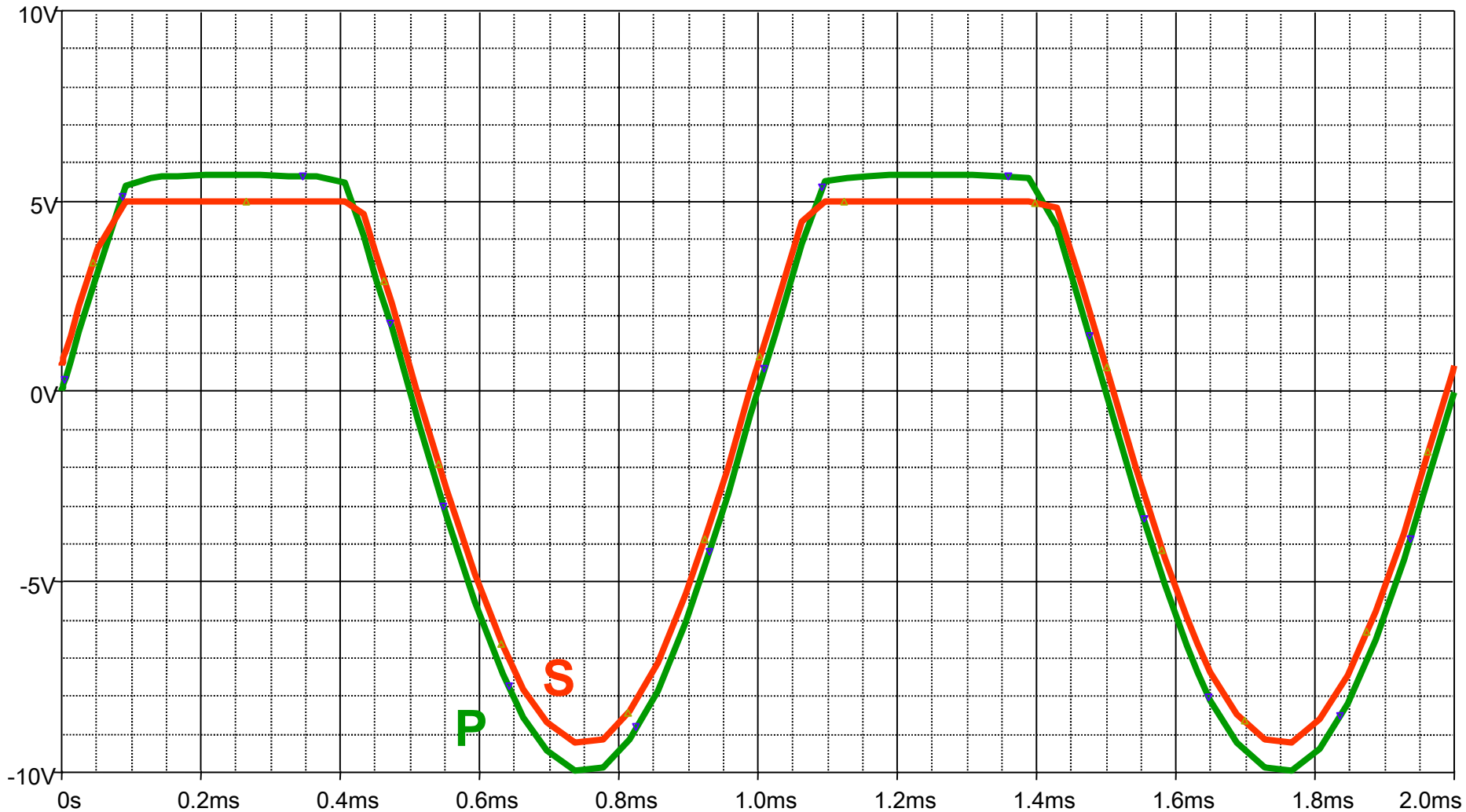
S



Tagliatori in alto ($v_U - v_{IN}$)



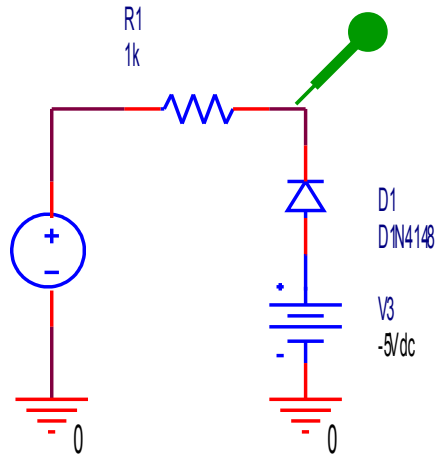
Tagliatori in alto (sinusoide)



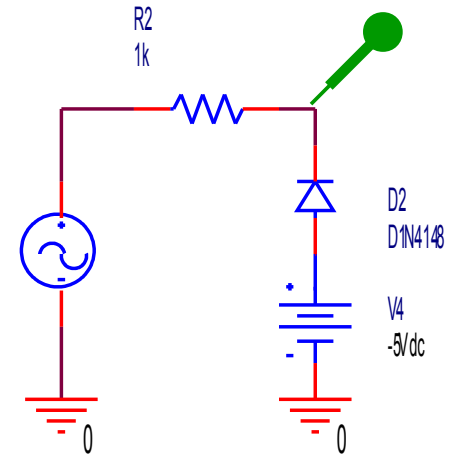
Tagliatori in basso

P

V1
0Vdc
1Vac
TRAN=0

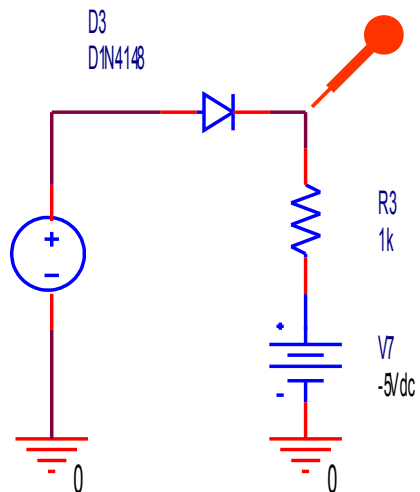


V2
VOFF=0
VAMPL=10
FREQ=1k

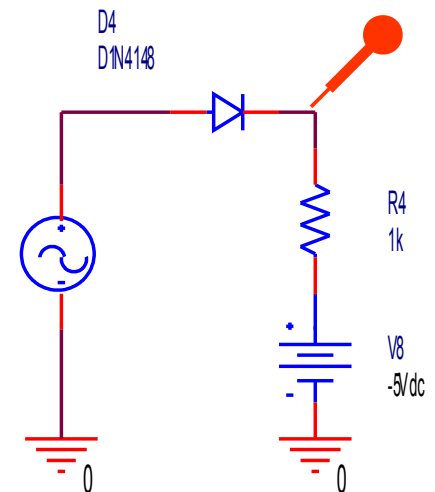


S

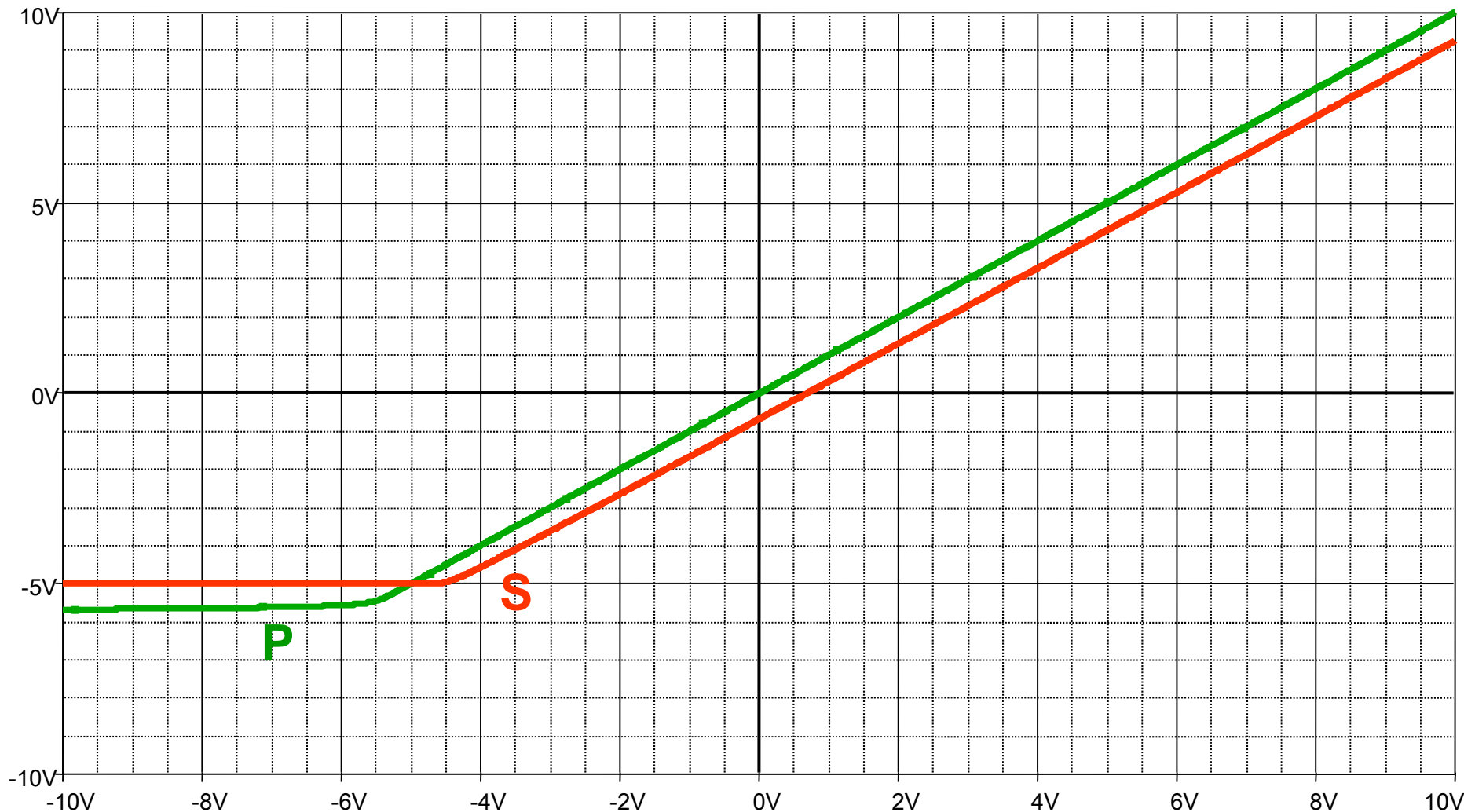
V5
0Vdc
1Vac
TRAN=0



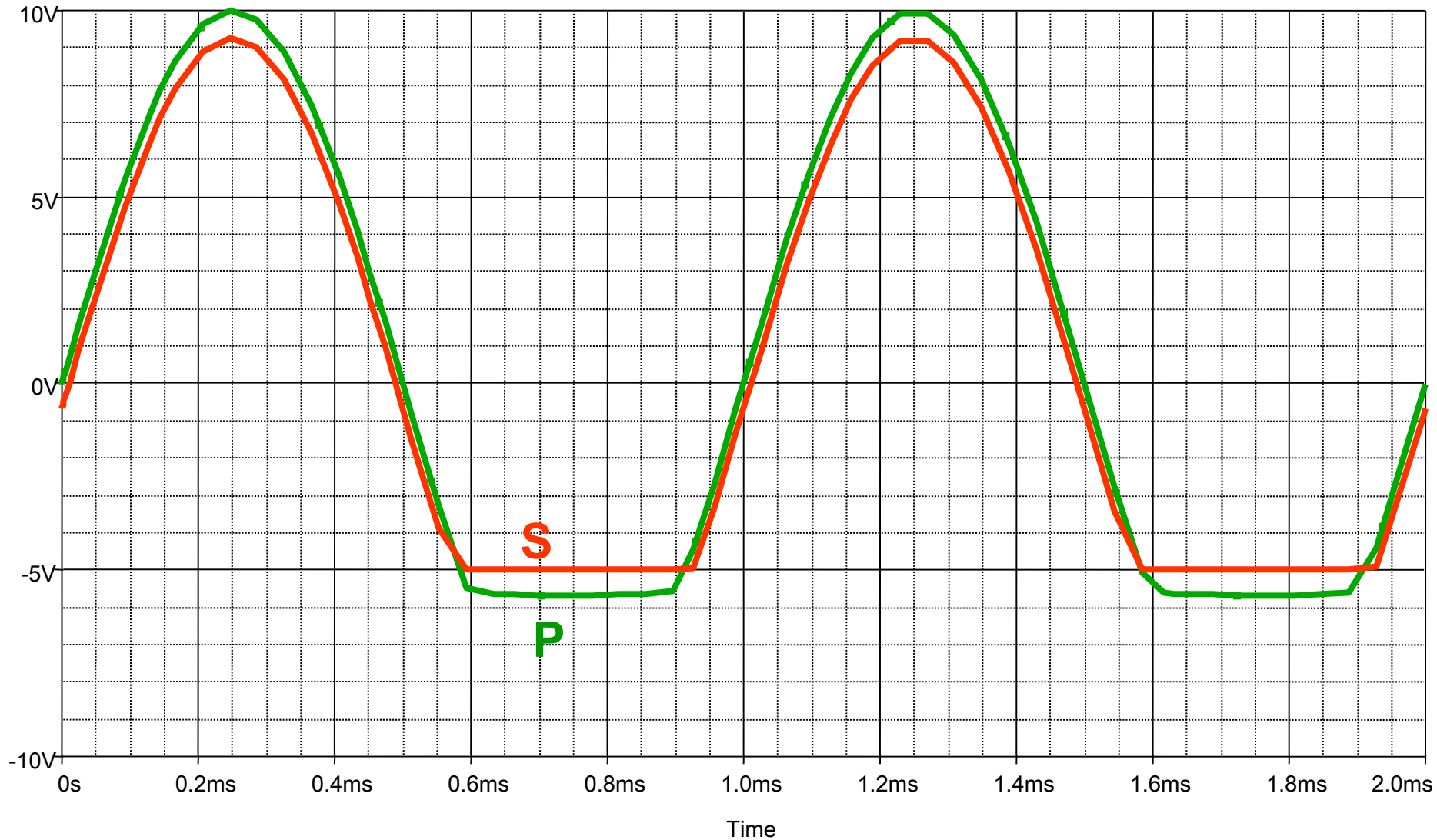
V6
VOFF=0
VAMPL=10
FREQ=1k



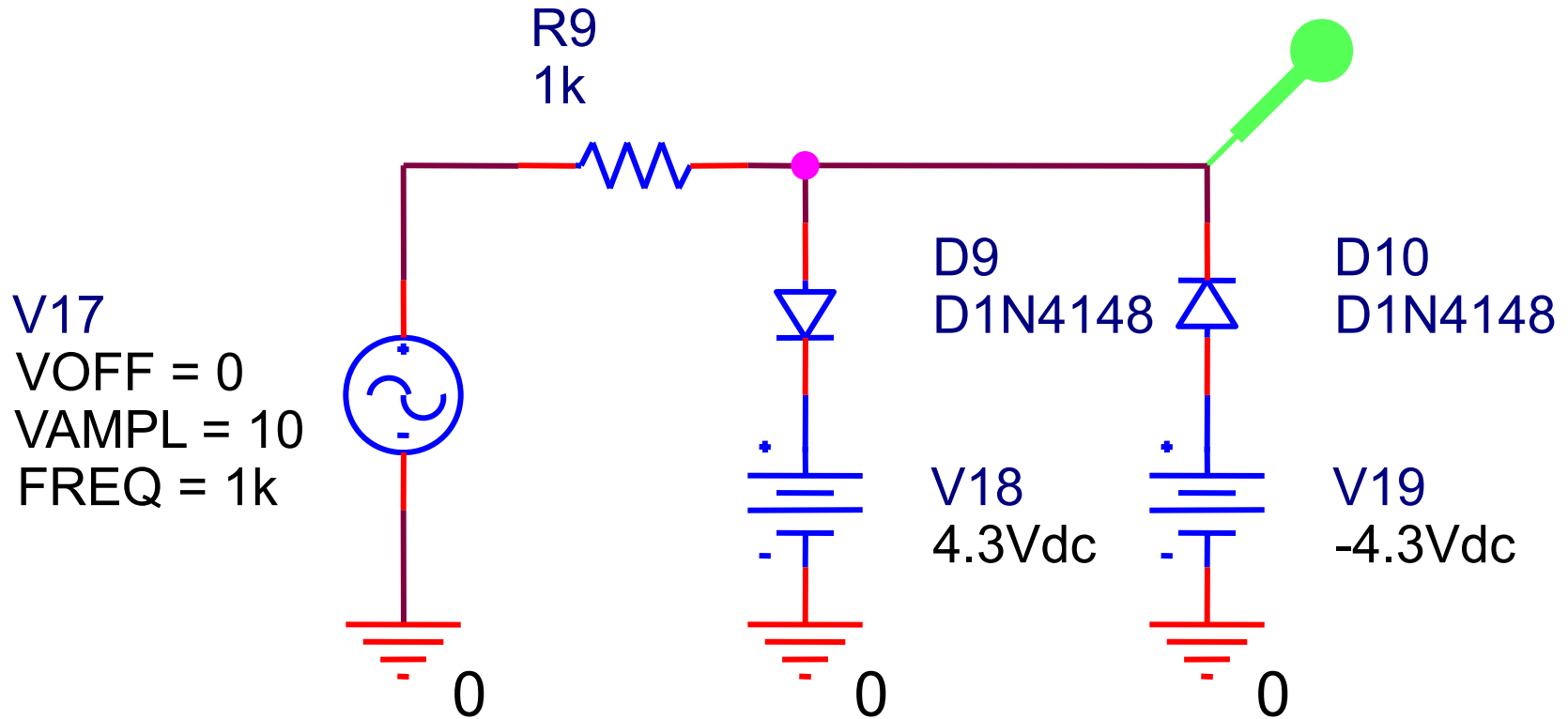
Tagliatori in basso ($v_U - v_{IN}$)



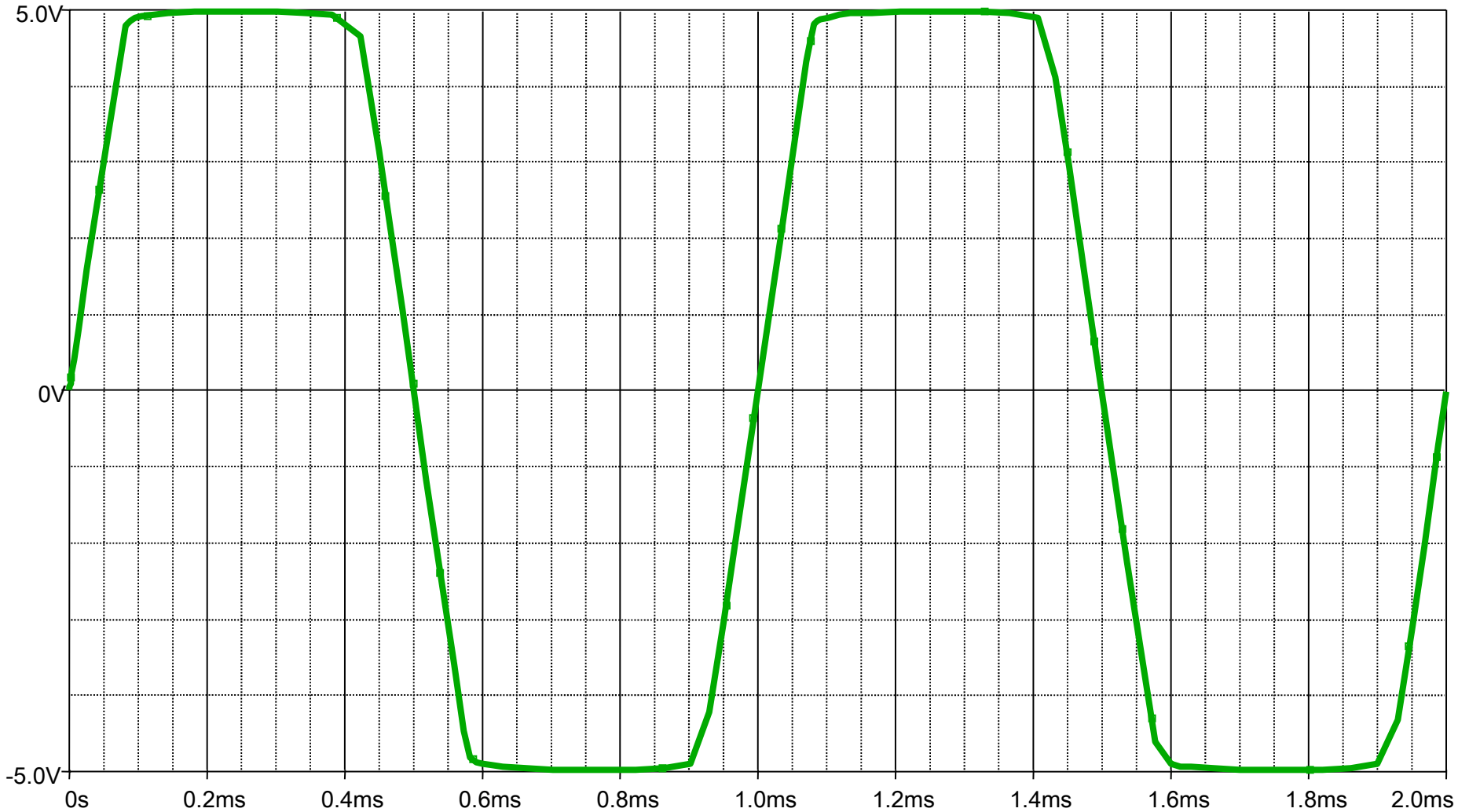
Tagliatori in basso (sinusoide)



Tagliatore simmetrico



Tagliatore simmetrico (sinusoide)

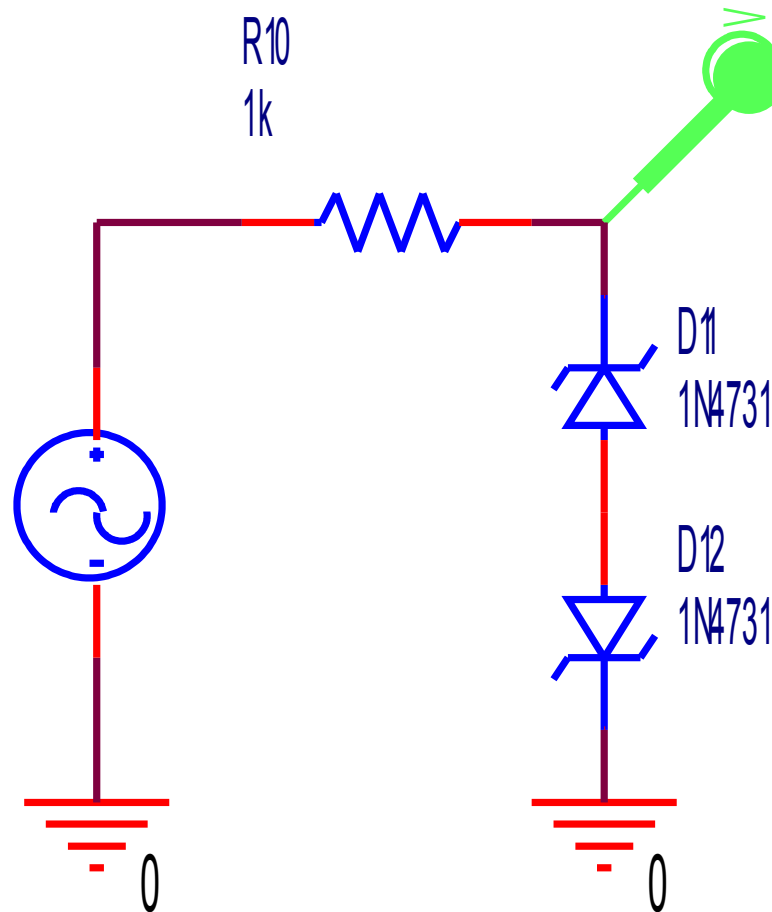


Realizzazione a zener

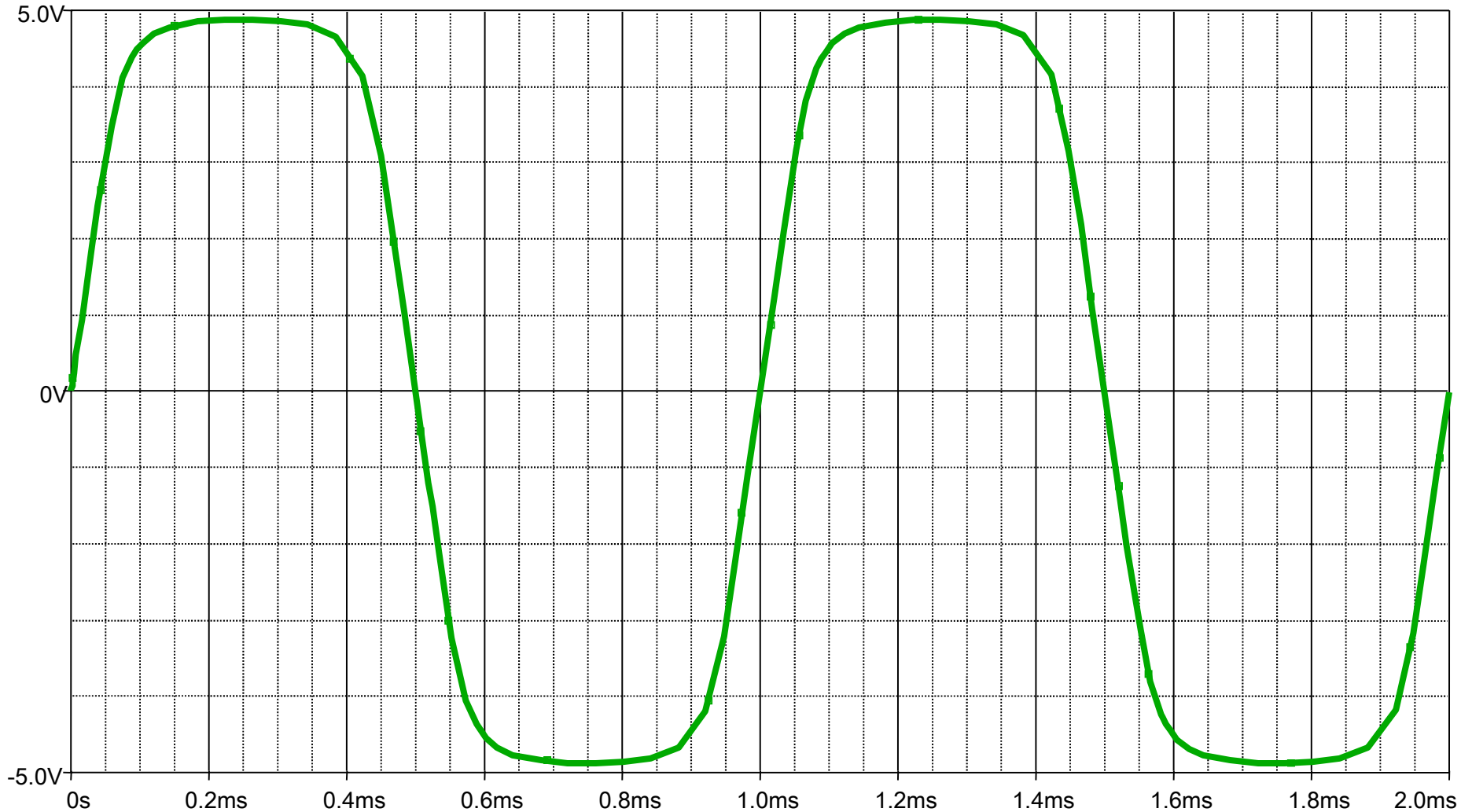
- **Il generatore può essere realizzato a zener**
 - Per la versione simmetrica si possono usare 2 zener
 - Configurazione “back to back”
 - Scelte di progetto
 - $V_{\text{TAGLIO}} = V_Z + V_\gamma$
 - $R \gg r_d + r_z$
- **Si possono realizzare anche tagliatori non simmetrici**
 - Zener diversi
 - Zener e diodo normale

Tagliatore a zener

V20
VOFF = 0
VAMPL = 10
FREQ = 1k

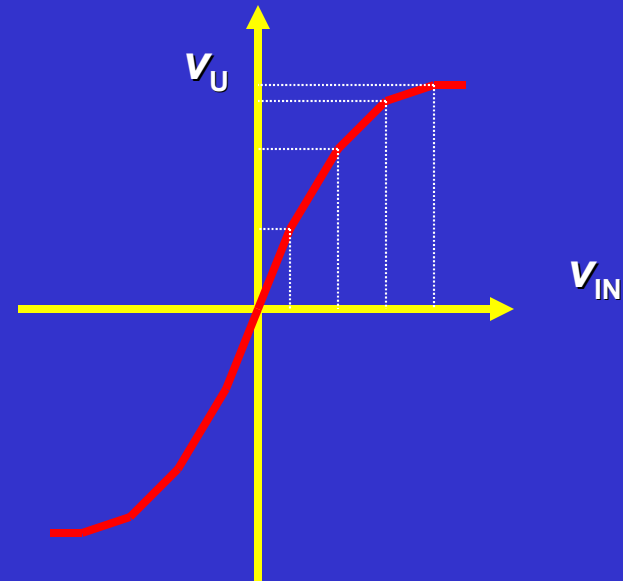
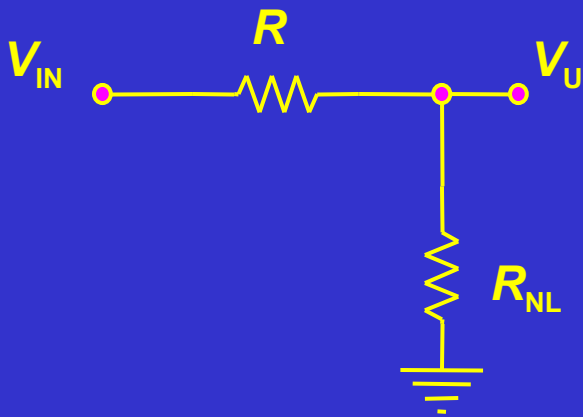


Tagliatore a zener (sinusoide)



Generatore di funzioni lineari a tratti

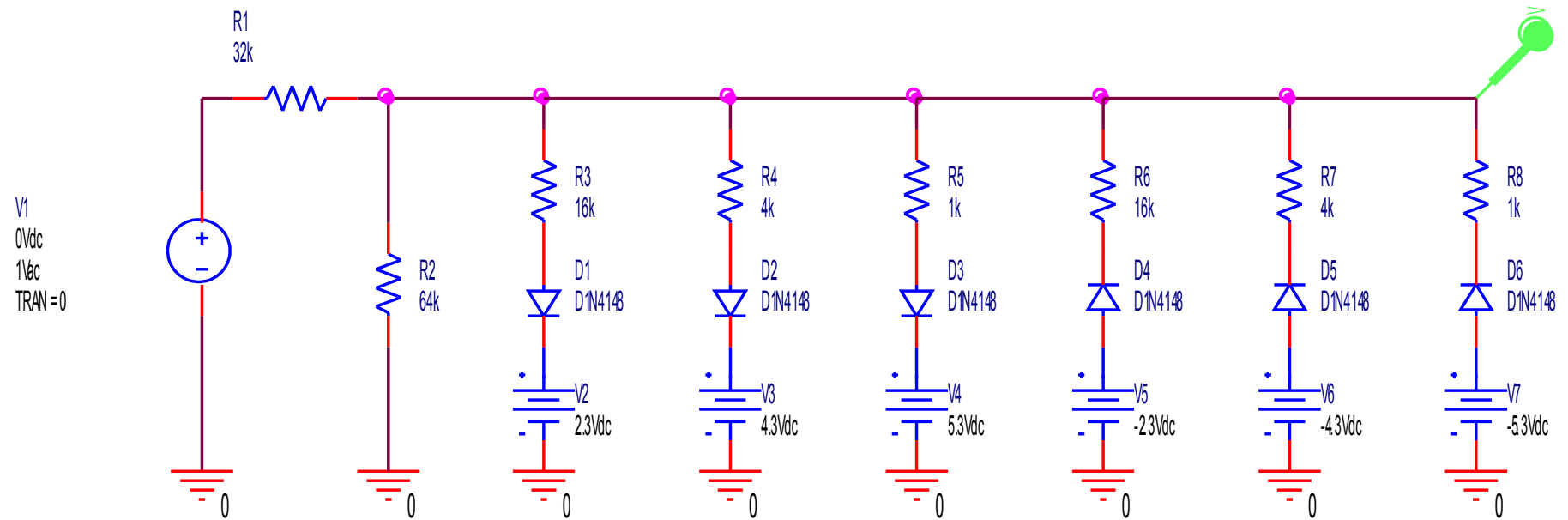
- **Circuito a due porte che approssima funzioni generiche**
 - **Partitore con una resistenza non lineare**
 - **Parallelo di rami che si inseriscono per certe tensioni**
 - Realizzati con resistenze, diodi, generatori (o zener)



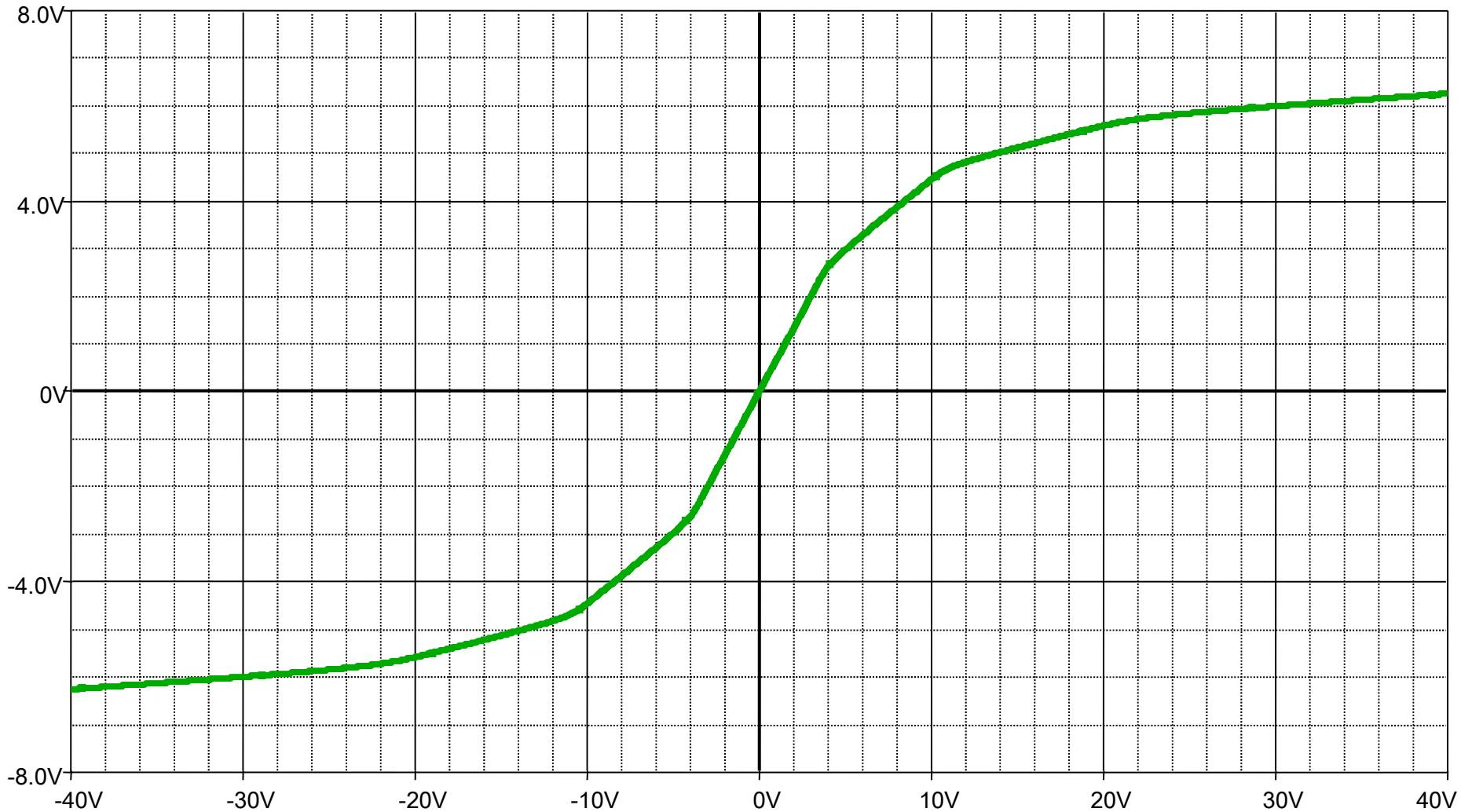
Osservazioni

- **Non è possibile avere pendenze superiori a 1**
 - **Il diodo non è un “amplificatore”**
 - Si può normalizzare l'uscita in modo da rendere pari a 1 la pendenza del tratto più inclinato
- **Il caso della funzione crescente con derivata monotona decrescente**
 - **Per diminuire la pendenza, va ridotta la R_{NL} con V_U**
 - Una R_{NL} che decresce con V_U si può realizzare aggiungendo resistenze in parallelo
- **Il caso della simmetria**
 - **Si usano coppie di diodi e generatori opposti**
 - Così $R_{NL}(V_U) = R_{NL}(-V_U)$

Valutatore di funzione



Funzione simmetrica ($v_U - v_{IN}$)



Parte 2

Rivelatori, fissatori

Il rivelatore di picco

Il rivelatore di inviluppo

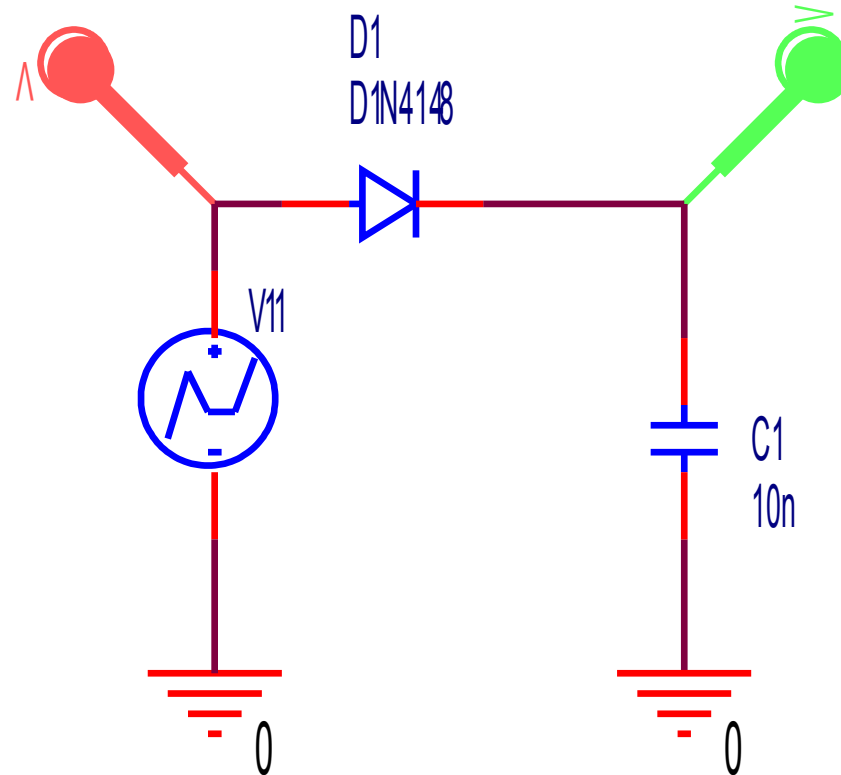
Il fissatore a valore fisso

Misuratore di valore picco-picco

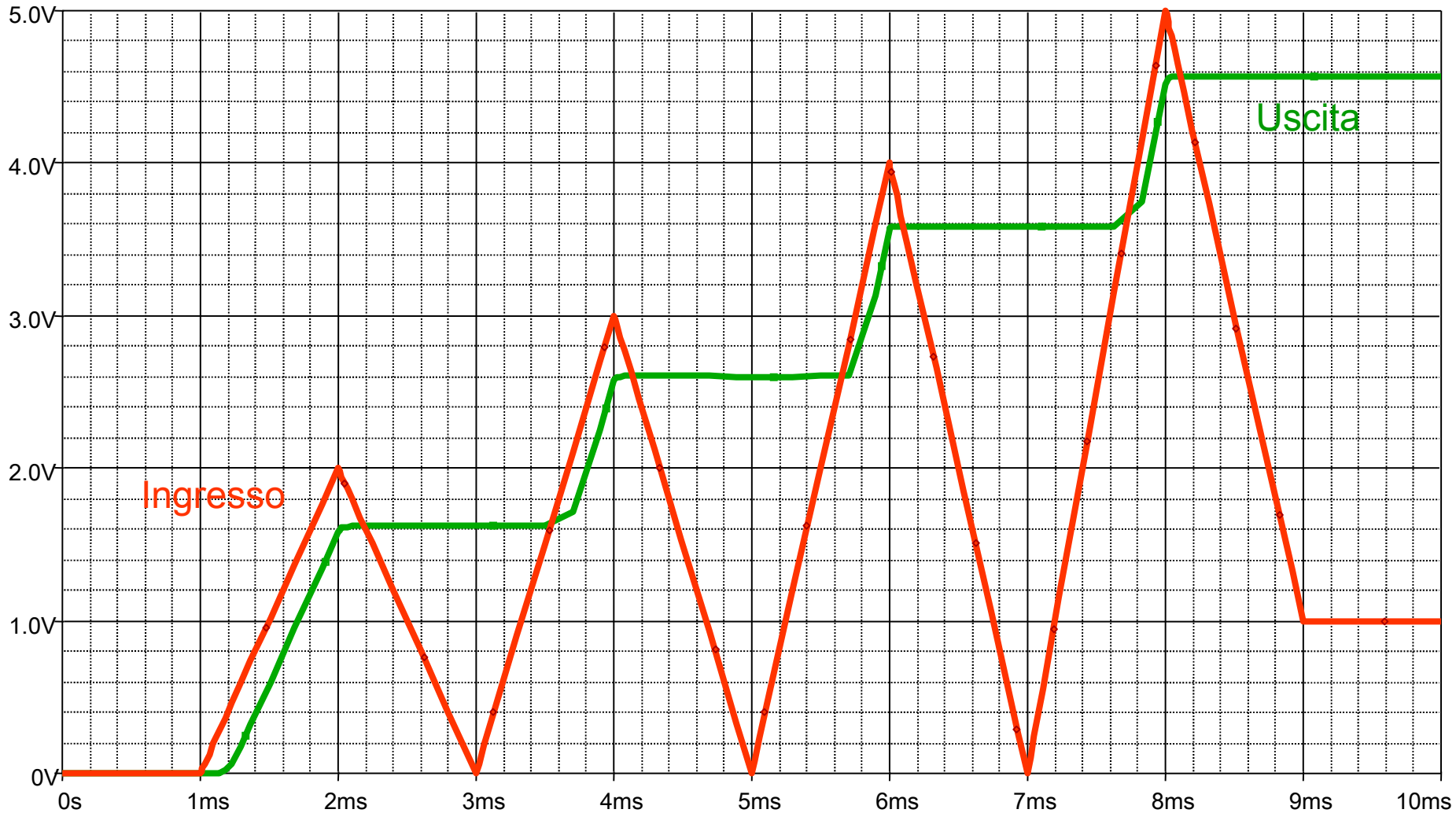
Il rivelatore di picco

- Memorizza in una capacità la massima tensione positiva (o negativa) V_{in}
 - Un diodo impedisce la scarica del condensatore
 - Il condensatore si scarica a causa della I_s e della corrente di uscita
- Il circuito di uscita deve avere una resistenza di ingresso elevatissima
- Può essere necessario un tasto di reset

Rivelatore di picco



Tensioni nel rivelatore di picco



Il rivelatore di inviluppo

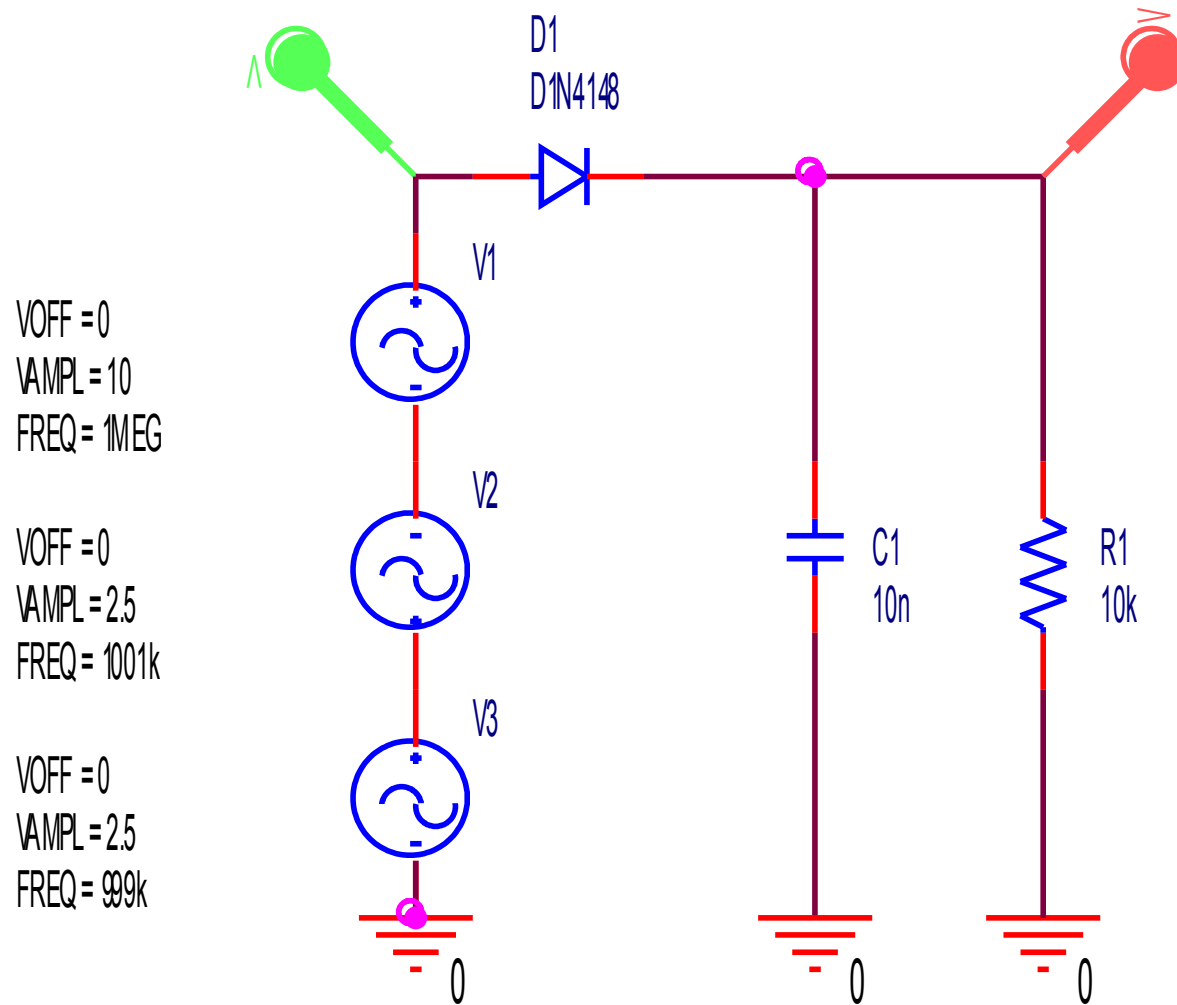
- È un rivelatore di picco con una resistenza di valore opportuno per scaricare il condensatore
 - Permette al circuito di adattarsi alle variazioni lente di ampiezza dell'ingresso
- Demodula le modulazioni di ampiezza
- Occorre dimensionare attentamente C e R
 - Un valore elevato di C comporta elevate correnti di carica per il generatore di segnale
 - Il prodotto RC (costante di tempo) deve essere grande rispetto al periodo della portante e piccolo rispetto a quello del segnale modulante

Un esempio

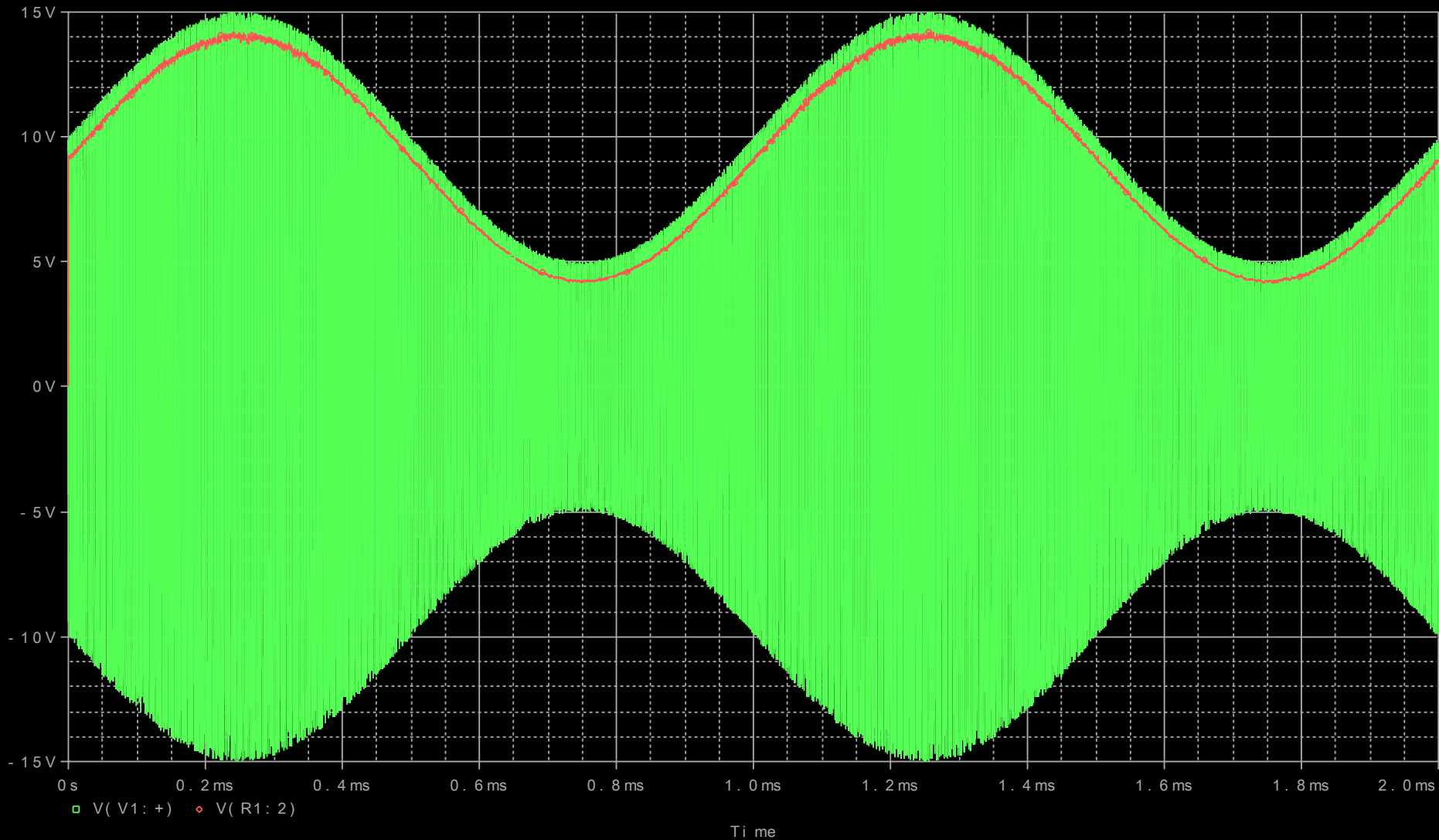
- **Modulazione di ampiezza**
 - **Portante a 1 MHz**
 - **Segnale a 1 kHz**
 - **Profondità di modulazione del 50%**

$$\begin{aligned}V_{\text{IN}} &= (1 + M \sin(2\pi f_s t)) \sin(2\pi f_p t) = \\&= \sin(2\pi f_p t) + M \sin(2\pi f_s t) \sin(2\pi f_p t) = \\&= \sin(2\pi f_p t) + \frac{M}{2} \cos(2\pi(f_p - f_s)t) - \frac{M}{2} \cos(2\pi(f_p + f_s)t)\end{aligned}$$

Demodulatore di ampiezza



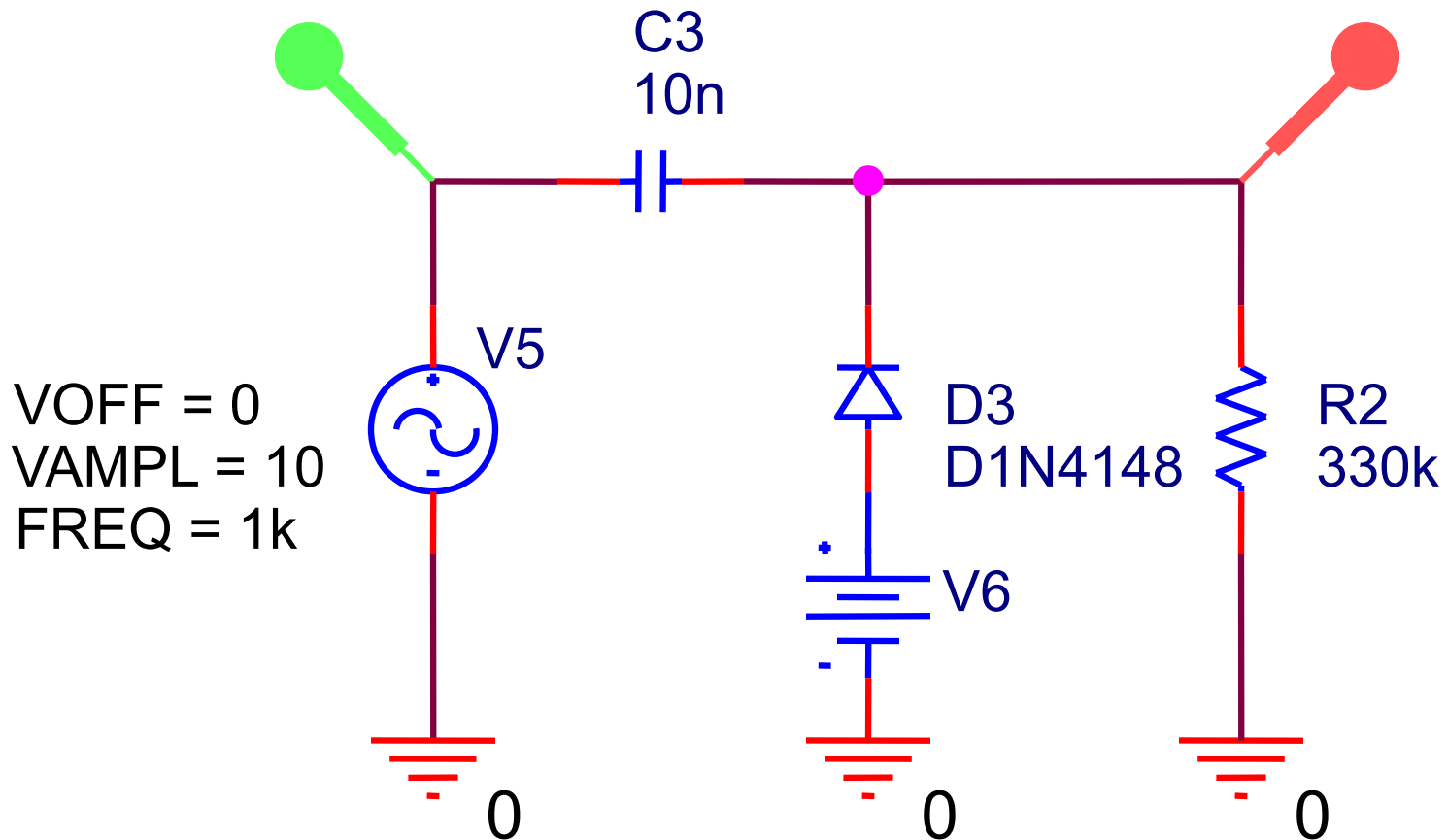
Demodulatore di ampiezza



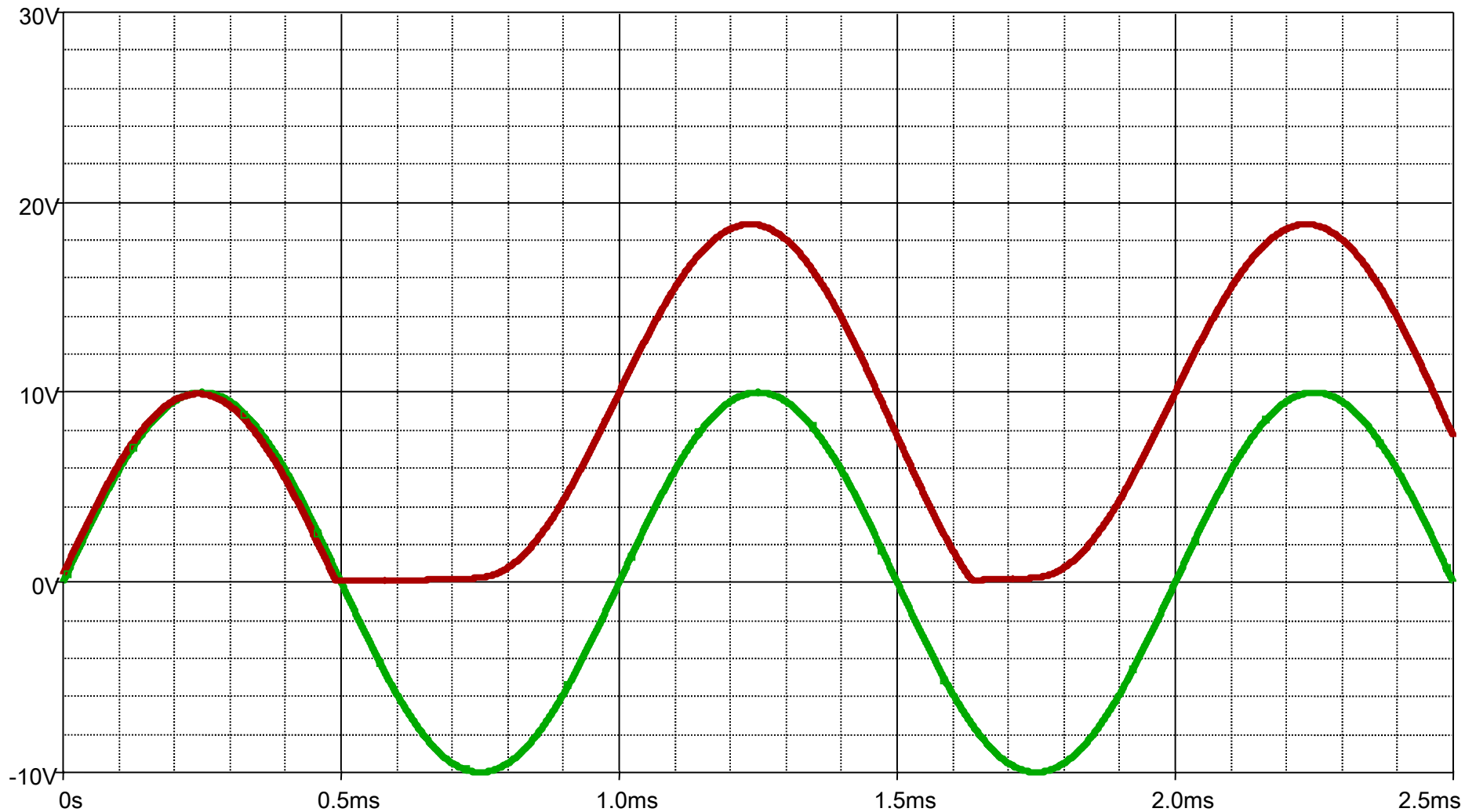
Il fissatore a valore fisso

- **La tensione di uscita è una replica di quella di ingresso traslata verticalmente**
 - **È maggiore uguale a un valore assegnato**
 - **La tensione di traslazione è memorizzata su una capacità**
- **Una resistenza di uscita permette alla capacità di seguire l'andamento del segnale**

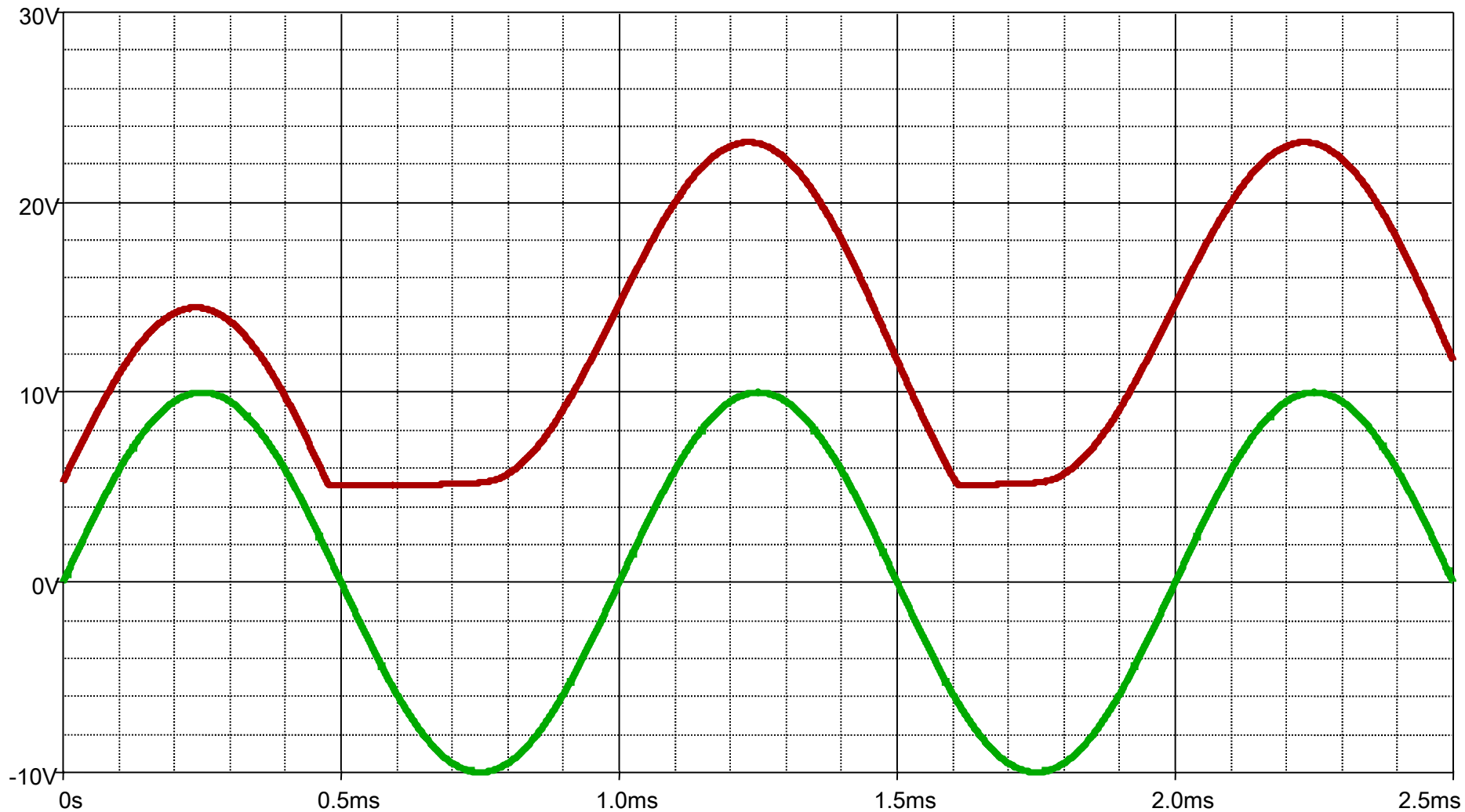
Fissatore



Fissatore a 0



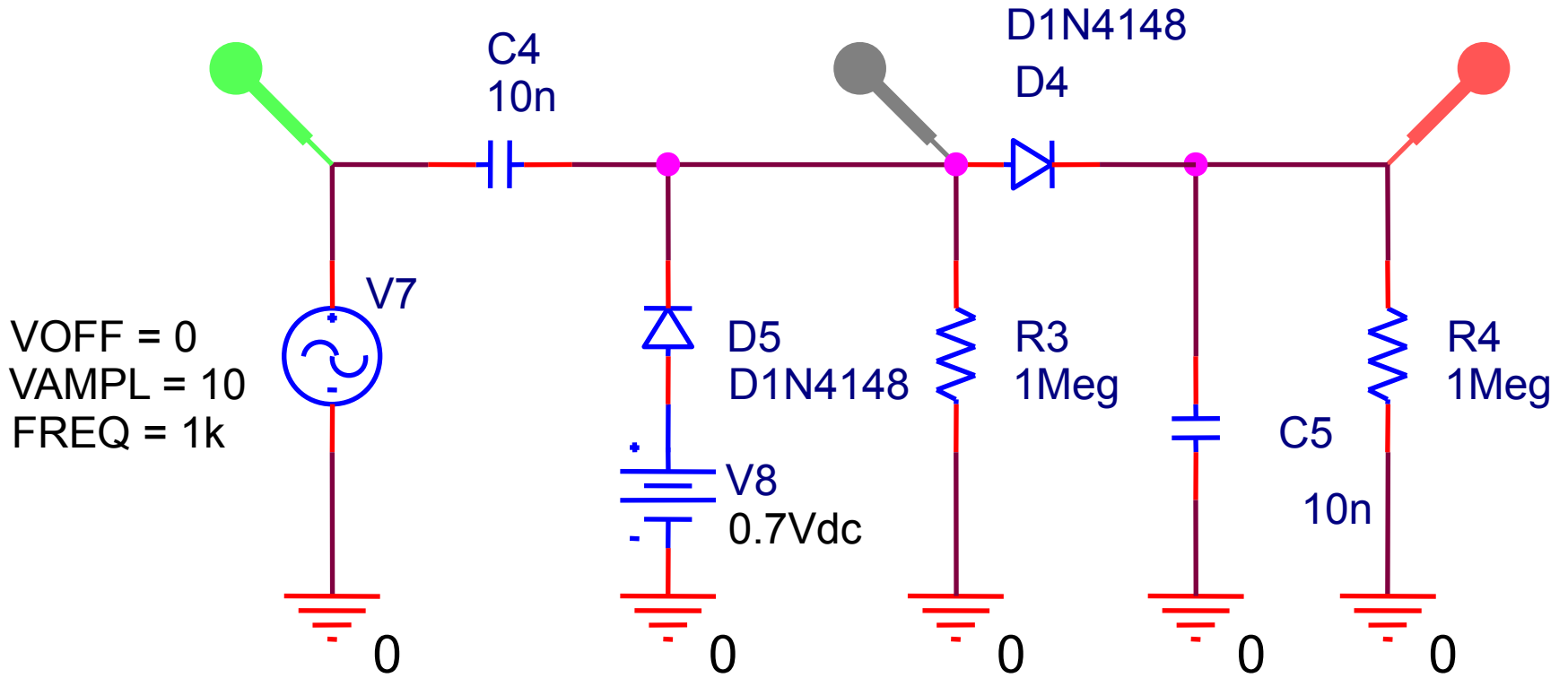
Fissatore a 5 V



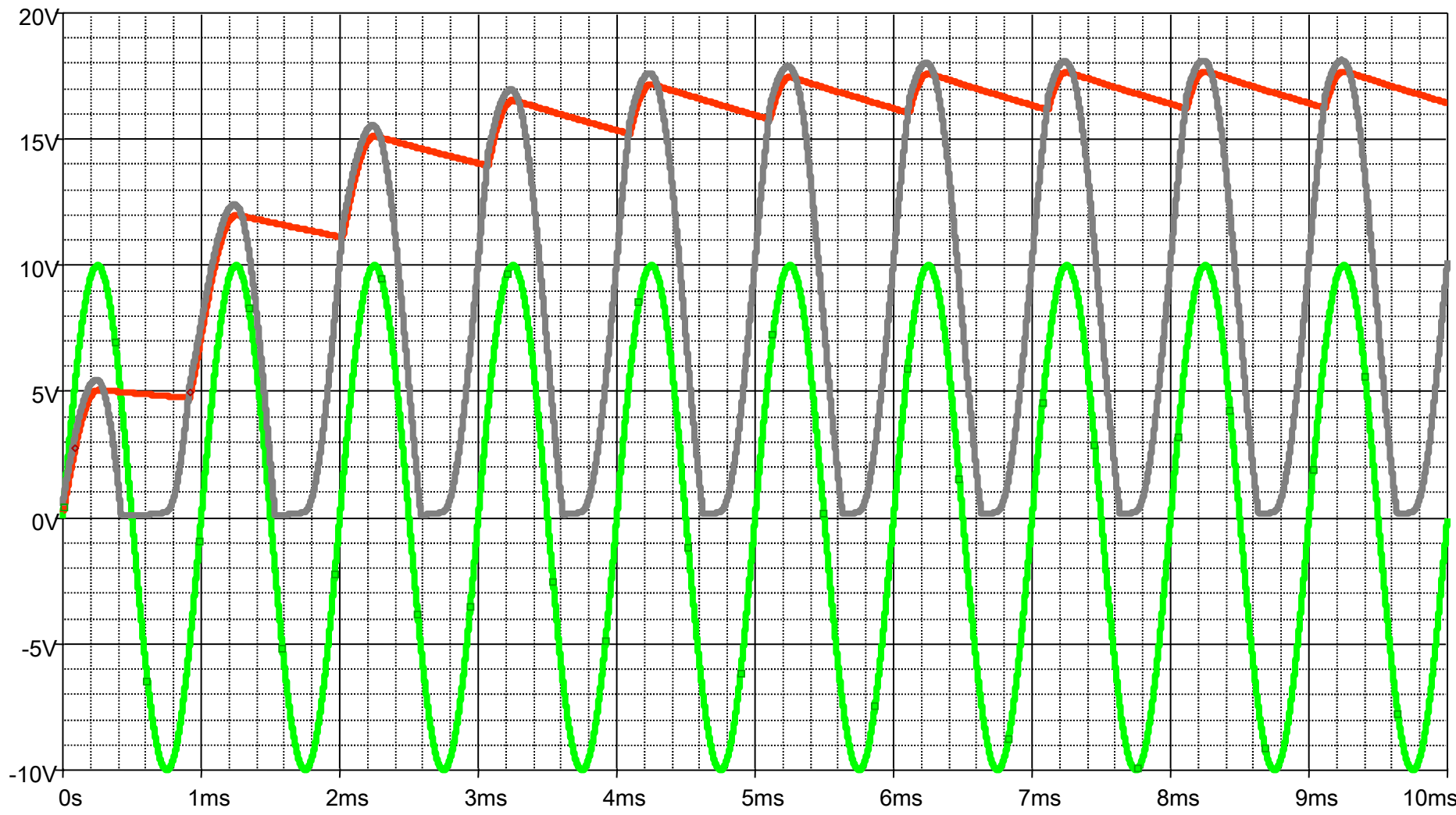
Il misuratore di valore picco-picco

- **Fissatore a zero...**
 - Il segnale viene “appoggiato” sull’asse delle ascisse
- **... seguito da rivelatore di picco positivo**
 - Il massimo di questo segnale è pari al valore picco-picco
 - L’uscita di questo circuito può essere maggiore del massimo valore dell’ingresso

Misuratore del valore picco-picco



Misuratore del valore picco-picco



Fatto & Da fare

- **Caratteristica di trasferimento**
- **Tagliatori**
- **Valutatori di funzioni**
- **Rivelatori**
- **Fissatori**
- **Raddrizzatori**
- **Circuiti filtranti**
- **Regolatori a zener**