

Laboratorio di Elettronica Applicata
Esercitazione 5
Inverter CMOS e oscillatori ad anello in LTspice

Paolo Allione 296500
Camoletse Claudio 297378
Reniero Alessandro 272888

Indice

1	Inverter semplice	2
1.1	Parte 1	2
1.2	Parte 2: simulazione statica (.dc)	2
1.3	Parte 3: simulazione statica (.tran)	2
1.4	Parte 4: tempi di risposta e ritardi	2
1.5	Parte 5: calcolo della potenza	2
2	Inverter realistico	3
2.1	Simulazione statica(.dc)	3
2.2	Simulazione statica (.tran)	3
2.3	Tempi di risposta e ritardi	4
2.4	Calcolo della potenza	4
3	Oscillatore ad anello	4
3.1	Parte 1: analisi del circuito	4

1 Inverter semplice

1.1 Parte 1

Il circuito è stato configurato.

1.2 Parte 2: simulazione statica (.dc)

1. Riportare il valore esatto della soglia in tensione: 2,5 V
2. Riportare il grafico V_i , V_o : Figura(1)

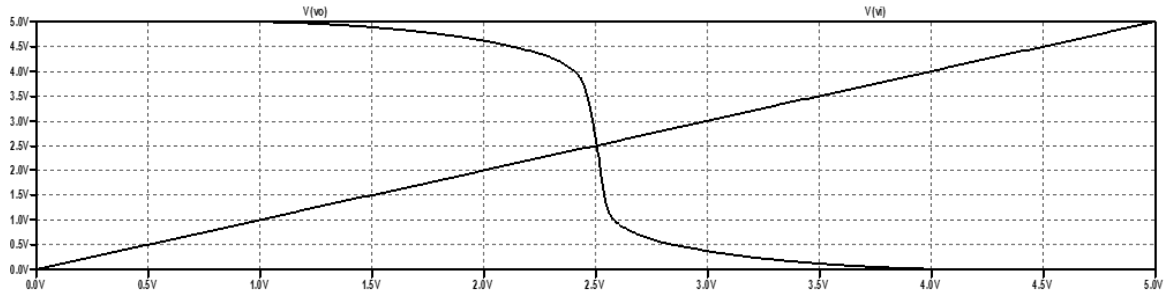


Figura 1: Grafico V_i , V_o

1.3 Parte 3: simulazione statica (.tran)

1. Riportare il valore esatto della soglia: 2,5 V
2. Riportare il grafico V_i , V_o : Figura(2)

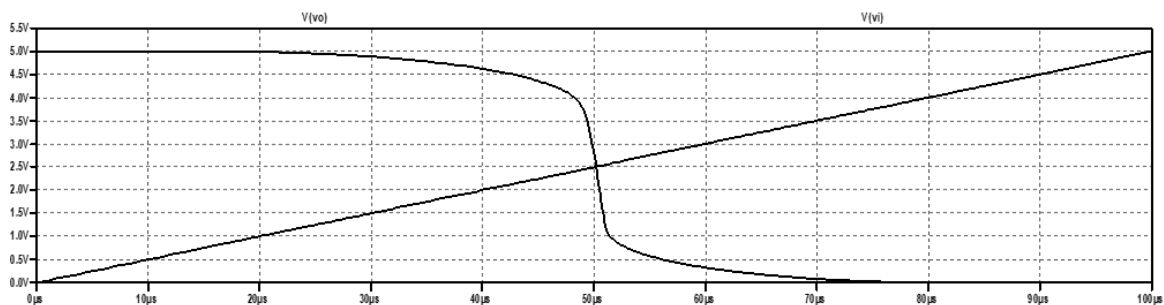


Figura 2: Grafico V_i , V_o

3. Discutere brevemente le differenze (se presenti) tra i due metodi:
Non abbiamo riscontrato differenze.

1.4 Parte 4: tempi di risposta e ritardi

1. Riportare i tempi di risposta dell'inverter (ritardo, tempo di salita e di discesa).
Ritardo: 10,52 ns
Tempo di salita: 24 ns
Tempo di discesa: 10,36 ns
2. Riportare i grafici utilizzati per il calcolo dei tempi di risposta: Figura(3).

1.5 Parte 5: calcolo della potenza

1. Riportare la potenza utilizzata per la salita e per un intero periodo.
Potenza per salita: 1,05 mW
Potenza per periodo: 1,27 mW
2. Riportare il grafico utilizzato per il calcolo della potenza utilizzata: Figura(4)

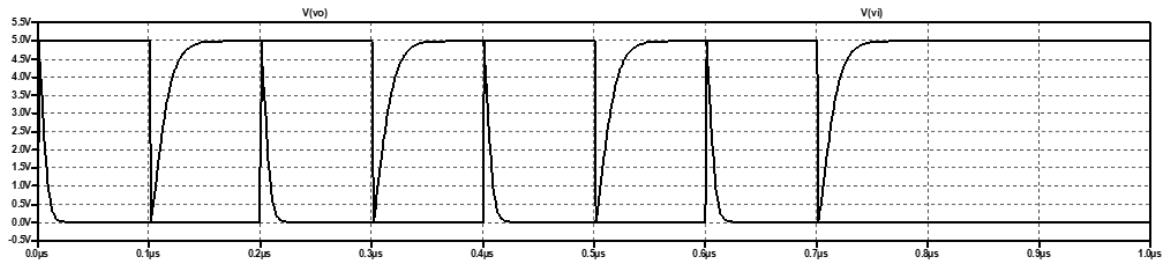


Figura 3: Tempi di risposta

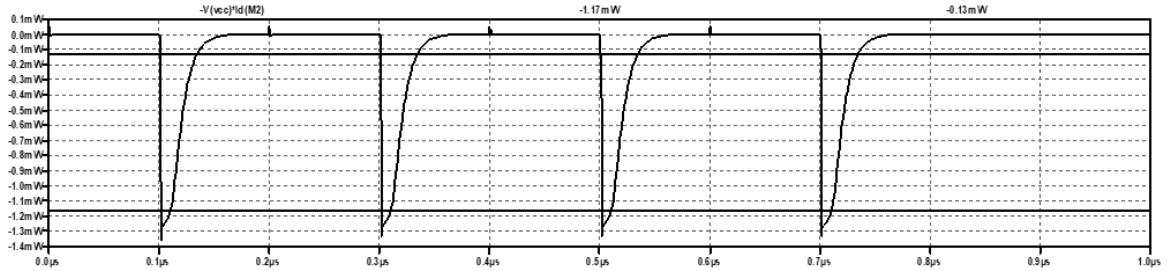


Figura 4: Potenza

2 Inverter realistico

2.1 Simulazione statica(.dc)

1. Riportare Il valore esatto della soglia: $V_{th}=2,098$ V
2. Riportare il grafico di V_i e V_0 : Figura(5)

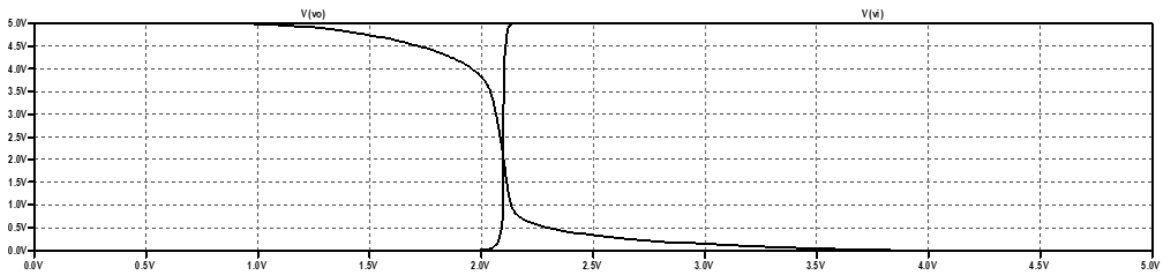


Figura 5: grafico di V_i e V_0

2.2 Simulazione statica (.tran)

1. Riportare Il valore esatto della soglia: $V_{th}=2,099$ V
2. Riportare il grafico di V_i e V_0 : Figura(6)

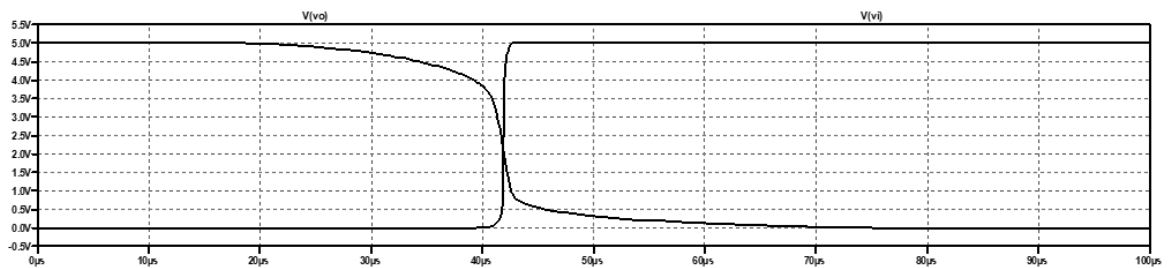


Figura 6: grafico di V_i e V_0

3. Discutere brevemente le differenze (se presenti) tra i due metodi.
Risposta: non ci sembra ci siano differenze.

2.3 Tempi di risposta e ritardi

1. Riportare i tempi di risposta dell'inverter (ritardo, tempo di salita e di discesa):

$$t_{ritardo} = 0,68 \text{ ns},$$

$$t_{rise} = 0,3 \text{ ns},$$

$$t_{fall} = 0,2 \text{ ns}.$$

2. Riportare i grafici utilizzati per il calcolo dei tempi di risposta

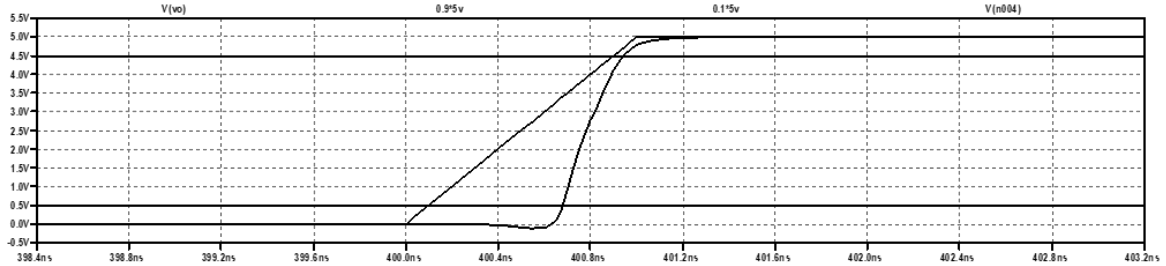


Figura 7: Ritardo, tempo salita, tempo discesa

2.4 Calcolo della potenza

1. Riportare la potenza utilizzata per un intero periodo:

$$P_{rise} = 562 \mu\text{W},$$

$$P_{tot} = 603 \mu\text{W}$$

2. Riportare il grafico utilizzato per il calcolo della potenza utilizzata: Figura(8)

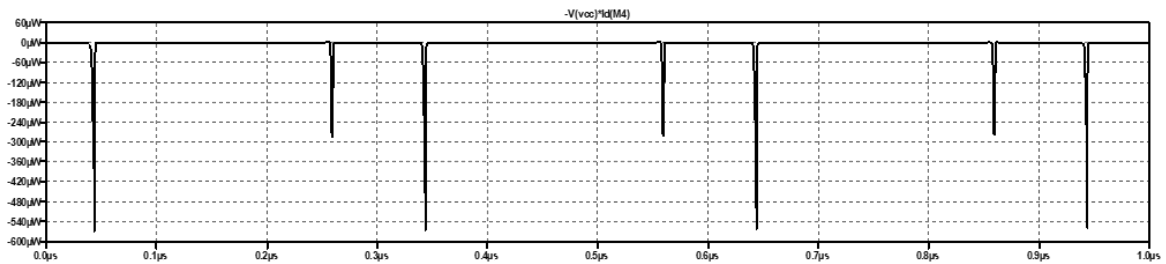


Figura 8: Potenza

3 Oscillatore ad anello

3.1 Parte 1: analisi del circuito

1. Riportare la frequenza di oscillazione: 0,78 GHz
2. Riportare il grafico dell'oscillazione nel tempo: Figura(9)

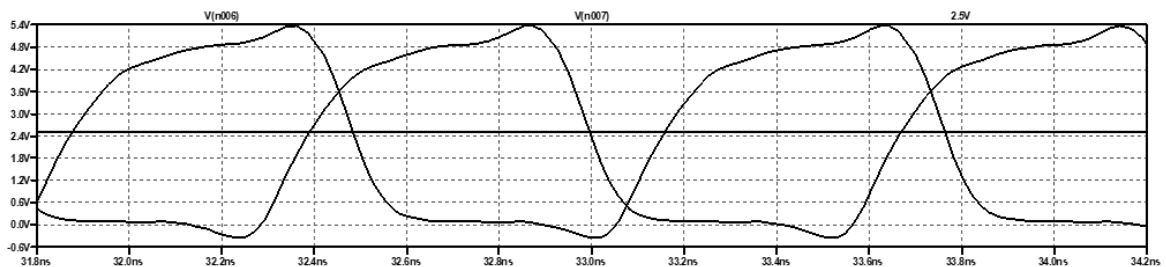


Figura 9: Grafico dell'oscillazione nel tempo

3. Quanto è lo sfasamento tra i diversi inverter? Risposta= 0° , 140° , 70° , 85° , 140°