

Front-End Electronics: Ideas

Haspide WP2

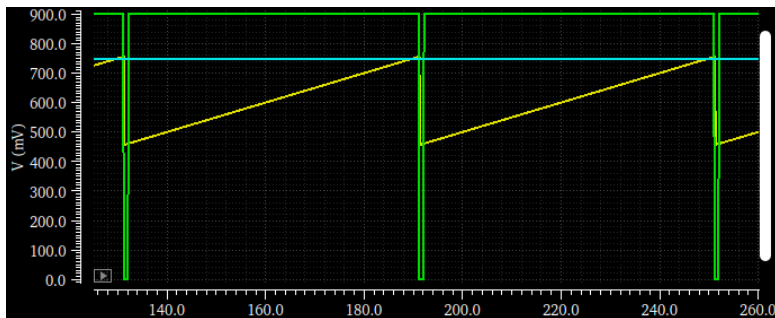
Lorenzo Piccolo

27/06/2022

- Dimensionamento e scelte architetture → simulazioni ideali
- Esplorazione limiti
- Design degli switch ideali → esplorazione problematiche



- Convertitore corrente → frequenza
- Processo iterativo:
 - ① Integro la corrente in entrata ($I \rightarrow Q \rightarrow V$): $V(t) = \frac{1}{C_{int}} \int_0^t I_s(t) dt$
 - ② Confronto con una certa soglia V_{th} e misuro il tempo ($V \rightarrow t$)
 - ③ Sottraggo una carica nota all'input : Q_{sub}
- La frequenza del segnale del discriminatore e' proporzionale alla corrente del segnale in entrata



- Sensibilita' e Fondo scale: I_{min}, I_{Max}
- Tempo di misura: $T_{mes} \propto \frac{1}{I_s} \rightarrow T_{mes,min}, T_{mes,max}$
determina la "prontezza" della misura.
- SNR



Architettura di partenza (TERA)

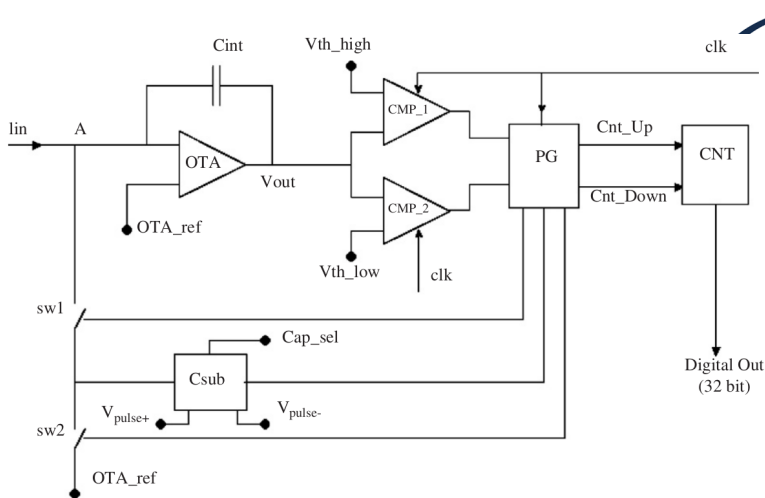


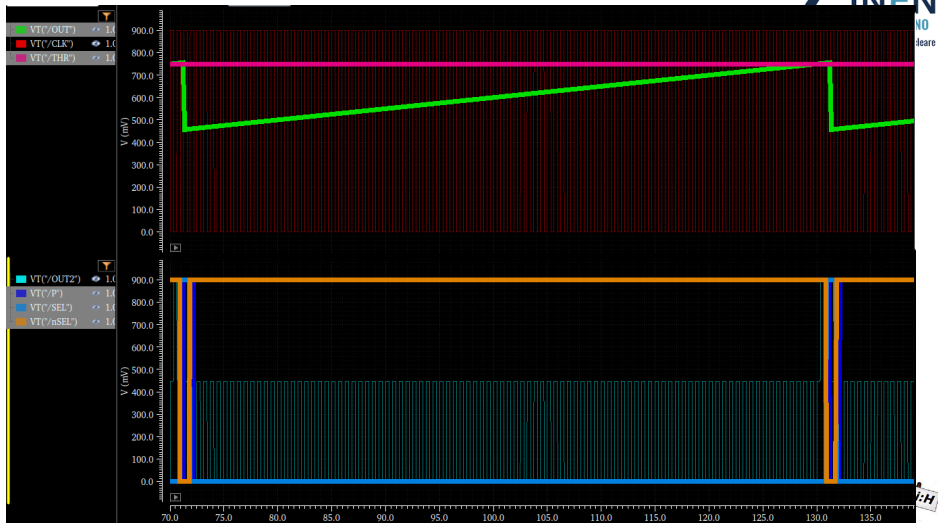
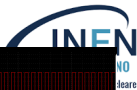
Figure: TERA07 (due comparatori per le entrambe le polarita')



- La misura e' un conteggio → richiede una calibrazione (corrente nota)
- Le variazioni del processo di misura **non** dipendendo dal discriminatore:
 - Linearita' CSA.
 - Linearita' e precisione della sottrazione di carica
 - Accuratezza di I_{in} (presenza di correnti parassite)



Esempio di misura



- Da dimensionare rispetto alle specifiche.
- Capacita' di integrazione $C_{int} \rightarrow \frac{dV}{dt} = \frac{I_s}{C_{int}}$
- Carica di sottrazione $Q_{sub} = V_{sub} \cdot C_{sub} \rightarrow T_{mes} \cdot \frac{dV}{dt} = \frac{Q_{sub}}{C_{int}}$
 $\rightarrow T_{mes} = \frac{V_{sub} C_{sub}}{I_s}$
- Periodo del clock $T_{ck} \rightarrow SNR = \frac{\sqrt{12} T_{mes}}{T_{ck}} \rightarrow SNR = \frac{\sqrt{12} V_{sub} C_{sub}}{I_s T_{ck}}$
(SNR peggiore per correnti piu' grandi)
- Tensione di soglia $V_{th} = T_{mes} \cdot \frac{dV}{dt} \rightarrow$ mi definisce I_{Max} attraverso l' SNR_{MAX} che voglio ottenere :
$$I_{Max} = \frac{V_{th}}{SNR_{Max}} \frac{\sqrt{12} C_{int}}{T_{ck}}$$
- I_{min} e' **idealmente** illimitato.



- La corrente in entrata contiene dei parassiti

$$I_{in} = I_s + I_{Par} = I_s + \sum_n I_{par,n}$$

→ pone limiti a I_{min} : $I_{min} > \frac{I_{Par}}{SNR(I_{Par})}$

- Le capacita' dei condensatori non lineari:

$$C_{tot}(V) = C_{des} + C_{par} + C_{dev}(V)$$

(pone un limite minimo a C_{int} e C_{sub})

- Noise in uscita del CSA σ_V : nuovo limite all'SNR → $SNR = \frac{V_{thr}}{\sigma_V}$
(influisce sulla risoluzione one-shot) → misure ripetute N_{rep} volte
→ $T_{mes,rep} = T_{mes} \cdot N_{rep}$ (influisce di piu' su piccole correnti)
- Operazione reale : A_{ol} e BW → sensibilità' a impedenza del sensore Z_s , e tempi di carica finiti t_{sub} .
- Switch reali: R_{on} , R_{off} e Q_{inj} (iniezione di carica attraverso il gate)



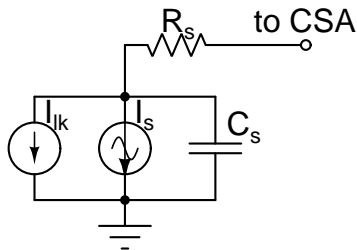
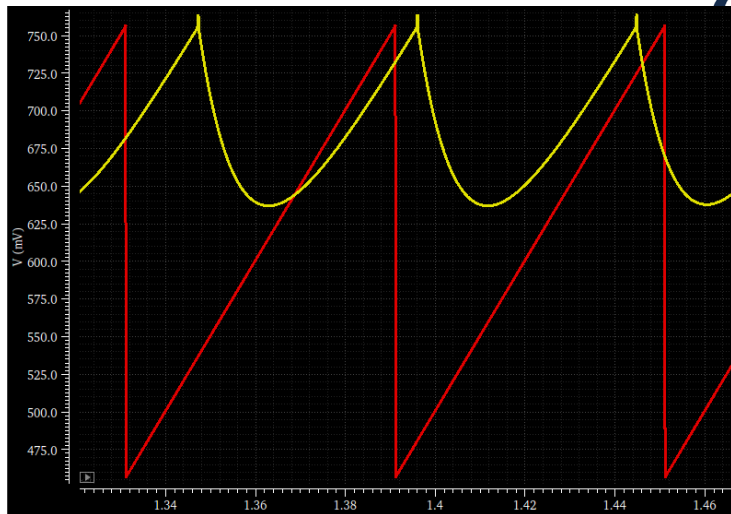


Figure: (esempio)

- Essenziale per definire i parametri ideali e reali.
- C_s capacita' del sensore verso livelli in DC
- R_s resistenza in serie del sensore (se consistente: ad es $> 1 \text{ k}\Omega$)
- I_{min} , I_{Max} (**polarita'**)
- I_{lk} corrente di leakage.



Problema: Carica Parziale



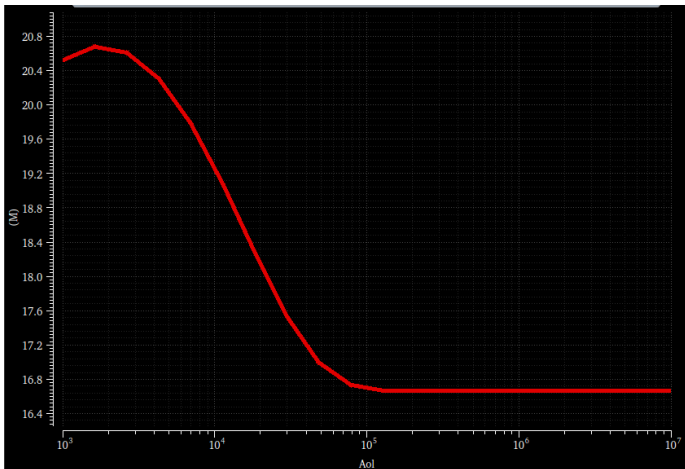


Figure: f_{mes} VS A_{ol}

- Bene per $A_{ol} > 10^5$



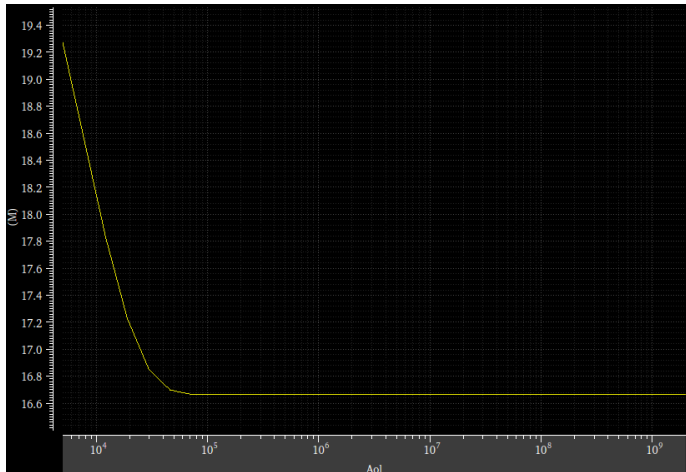


Figure: f_{mes} VS BW

- Bene per $BW > 100$ kHz



Dipendenza da R_{on} degli swtich

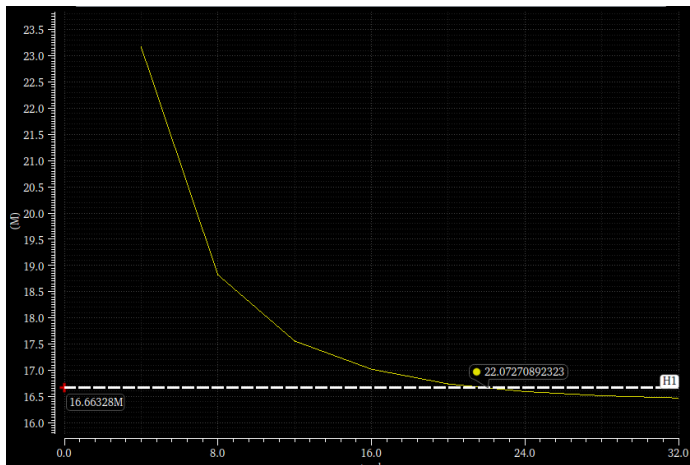
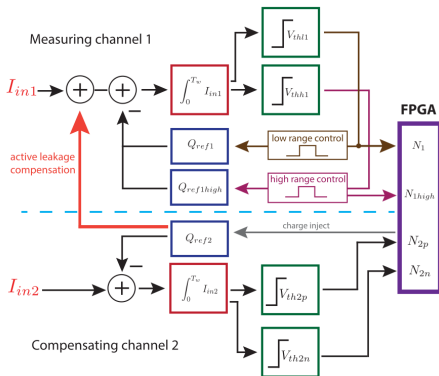


Figure: f_{mes} VS Numero di finger (1 finger = $1 \mu\text{m}$)

- Bene per $N_f > 22$ (in rosso ideale)



Compensazione correnti parassite: UTOPIA



- Metodo di UTOPIA: canale analogo che misura e sottrae le correnti parassite.
- Necessario per estremo inferiore della misura (potrebbe non servirci)

