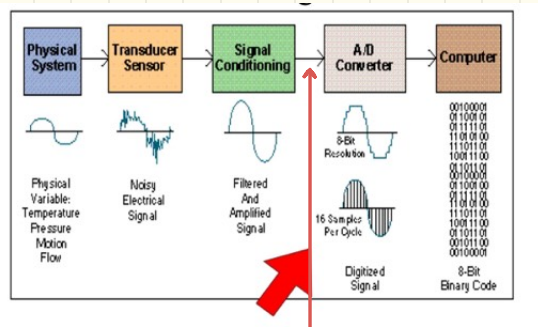


# SAMPLE & HOLD

CAMPIONA

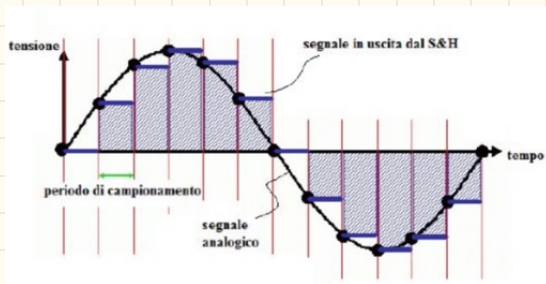


I circuiti di **campionamento e tenuta** sono posizionati poco prima del blocco di conversione analogico/digitale.

Ricordiamo che proveniamo dal blocco di condizionamento, in cui il segnale elettrico (generale) viene convertito in una variazione di tensione. Questo segnale deve essere convertito da analogico a digitale.

Il problema è che il blocco di conversione A/D **ha bisogno di tempo** per convertire il segnale. Se il segnale in ingresso **varia nel tempo**, come facciamo a definire il valore di uscita?

Accorrono in nostro aiuto i circuiti di sample & hold, che "scattano un'istantanea" del segnale, che verrà poi convertita dal convertitore.



Abbiamo un numero di campionamenti (segnati in rosso) ed in questi istanti il sample & hold "fotografa" l'ingresso e **mantiene l'uscita a quel valore per il tempo necessario al convertitore** a convertire il segnale.

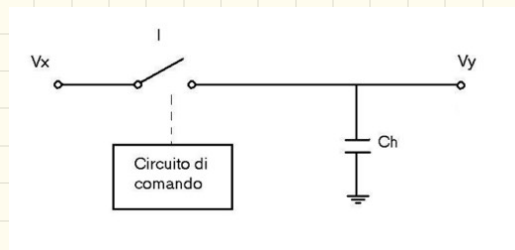
Ad intervalli periodici  $T_c$  (**tempo di campionamento**) trattiene il valore dando il tempo al convertitore di convertire il segnale. Se non ci fosse questo blocco il convertitore non avrebbe il tempo materiale di convertire quel dato valore perché se l'input non è costante, il valore che si sta convertendo cambia immediatamente.

Quando abbiamo un circuito che presenta un condensatore, la tensione di quest'ultimo segue l'ingresso.

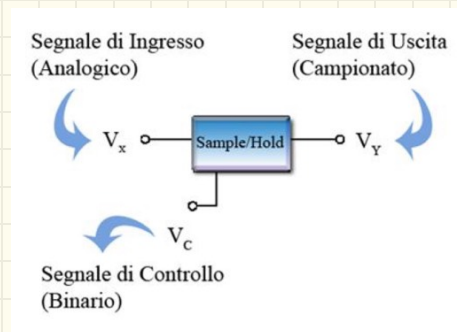
Se apriamo l'interruttore, il condensatore resta carico alla stessa tensione che era presente in input nel momento in cui abbiamo aperto l'interruttore.

Se non è presente un load sul condensatore, il **segnale resta costante**.

La tensione in ingresso (cioè il segnale che stiamo campionando) può anche variare, tanto l'interruttore è aperto.

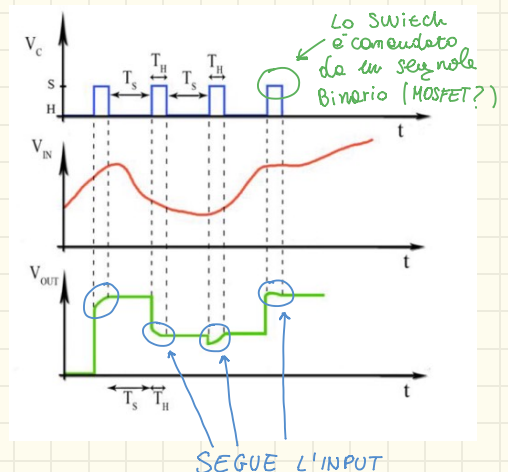
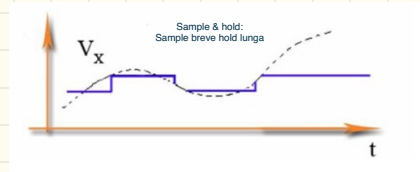


## PROBLEMI "REALI" DE S&H



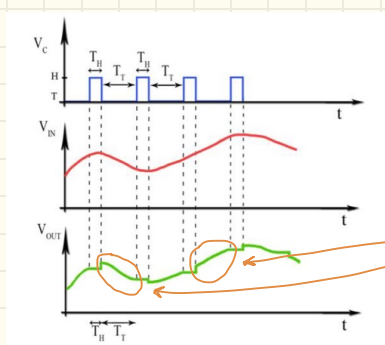
Abbiamo due modi di indicare questo tipo di circuiti; è lo stesso circuito ma **cambia il tempo di fase di sample e hold**:

- **sample & hold**: quando la fase di sample è più breve di quella di hold
- **track & hold**: se la fase di hold è più breve di quella di hold



### Track & Hold

In questo caso l'interruttore è spesso chiuso, e si apre solo per brevi intervalli di tempo:

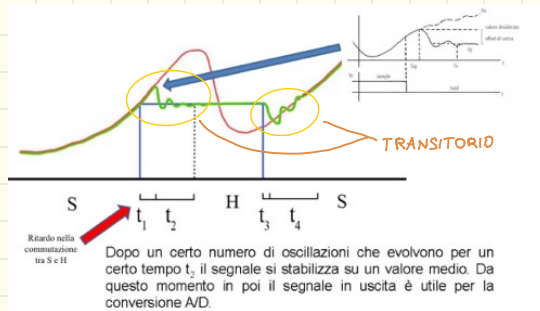


### Sample & Hold

Se ad esempio abbiamo un convertitore a/d lento, impieghiamo il circuito come sample & hold; questo perché il convertitore ha bisogno di maggior tempo per convertire il segnale, di conseguenza il sample è breve, mentre l'hold richiede più tempo.

# PROBLEMI DI S&H nel MONDO REALE

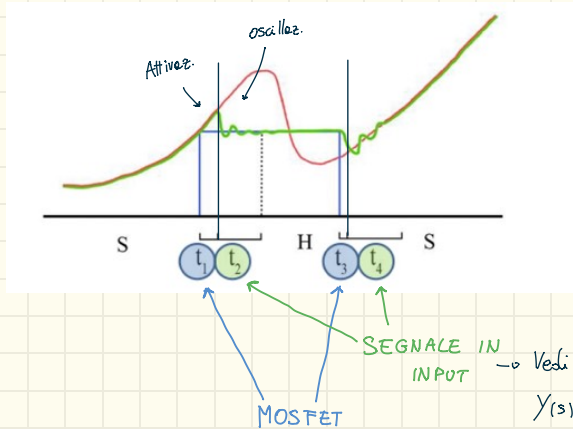
## IL PERIODO TRANSITORIO



Nella realtà la tensione non ha salti. Di conseguenza c'è un periodo transitorio in cui questa oscilla. Se oscilla, non ha un valore costante, e come abbiamo visto il convertitore non può convertire un valore che varia nel tempo (deve essere costante, per quello ci sono i sample & hold!).

Dobbiamo quindi **attendere che il transitorio si esaurisca**, e solo dopo il convertitore può operare.

Quando riportiamo il valore del mosfet (switch) da hold a sample, idealmente  $V_o$  dovrebbe scendere immediatamente per ricollegarsi all'input (segue l'input), ma nella realtà anche questa volta c'è una fase transitoria.

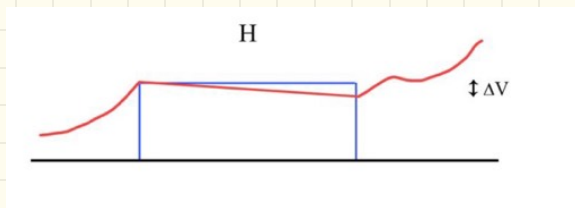


Abbiamo parlato di periodo transitorio, ma in realtà **ci sono due periodi transitori**: uno dovuto al mosfet (switch) (ritardo di attivazione) ed un altro dovuto al tempo di assestamento del condensatore (oscillazioni).

Quindi il calcolo del tempo di assestamento **non è banale**.

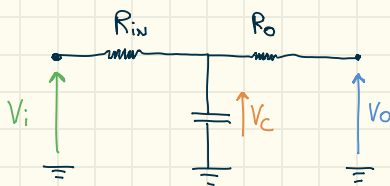
I costruttori del sample & hold possono dare un tempo massimo di assestamento relativo al semiconduttore mosfet, **ma il tempo di assestamento del transitorio del segnale in uscita dipende dal segnale in ingresso!** E quindi il costruttore non può saperlo a priori.

## IL CONDENSATORE SI SCARICA



Durante la fase **hold** il condensatore potrebbe alimentare qualcosa, di conseguenza **si scarica**. Questo è un problema nel momento in cui la tensione ai suoi capi **scende al di sotto della soglia LSB del convertitore**. In poche parole: il convertitore è "quantizzato" di conseguenza tra  $x_0$  ed  $x_1$  reali legge  $k_1$ , tra  $x_1$  ed  $x_2$  legge  $k_2$ , etc. se il condensatore inizia con valore  $x_0$  e poi la tensione scende (in modulo) oltre  $x_1$ , allora il convertitore legge un valore diverso rispetto all'inizio

## COME RENDERE LA FASE DI CARICA VELOCE E QUELLA DI SCARICA LENTA?



Vogliamo avere un componente che si comporti diversamente a seconda che siamo nella fase di hold o di sample.

**Nella fase di sample** vogliamo che la costante di tempo vista da  $V_i$  sia molto bassa, in modo che il condensatore segua  $V_i$  con la minore latenza possibile; per fare ciò abbiamo bisogno di  **$R_{iC} \ll$**  ovvero una bassa impedenza in ingresso.

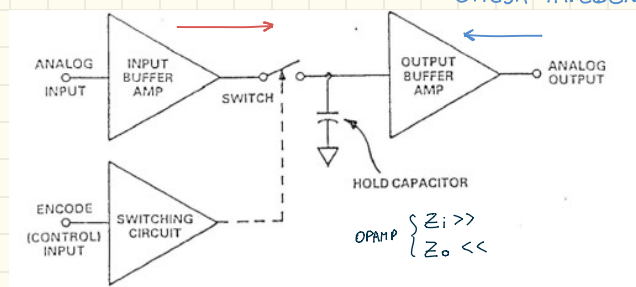
**Nella fase di hold** vogliamo il contrario, ovvero che  **$R_{oC} \gg$**  in modo che la corrente sia poca e di conseguenza il condensatore si scarichi lentamente.

Uno dei componenti elettronici che abbiamo visto che hanno un'impedenza in ingresso diversa da quella in uscita è proprio l'**amplificatore operazionale**.

L'opamp ha un'impedenza in ingresso molto alta, mentre l'impedenza in uscita è bassa.

ALTA IMPEDENZA

BASSA IMPEDENZA

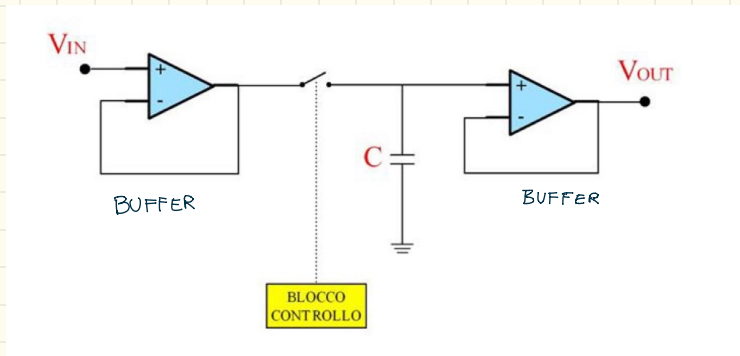


Ma in input non serve un'impedenza Basso ??

#ToDo

L'unica spiegazione che mi riesco a dare è che l'impedenza che analizziamo è quella vista dal **condensatore** è non da input/output. In questo caso l'impedenza vista dal condensatore durante la fase di

## SAMPLE & HOLD IN CASCATA



è chiaro anche visivamente che abbiamo due sottocircuiti che spesso sono **separati** e quindi in **due stati completamente diversi**. Di conseguenza nel momento in cui richiudiamo lo switch, il sistema ha bisogno di un determinato lasso di tempo per equilibrare le tensioni dei due sottocircuiti.

## RETROAZIONE COMUNE

