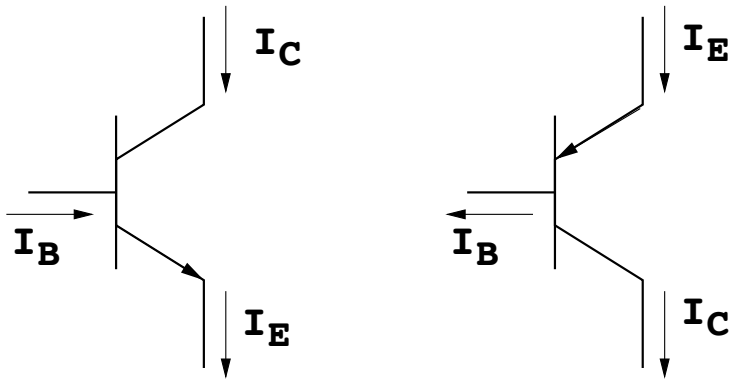
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

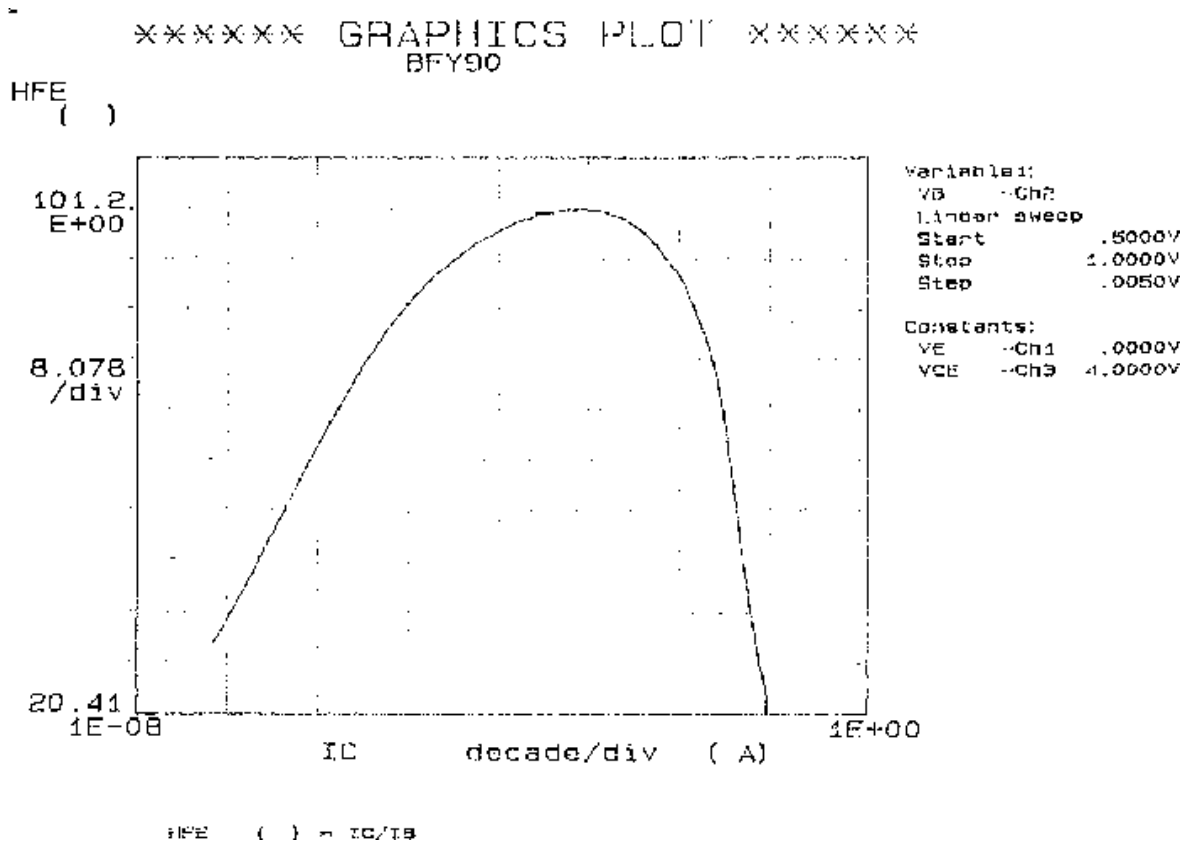
Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione

Sistema per la misura del guadagno di corrente beta in transistori bipolari

Misura del parametro beta



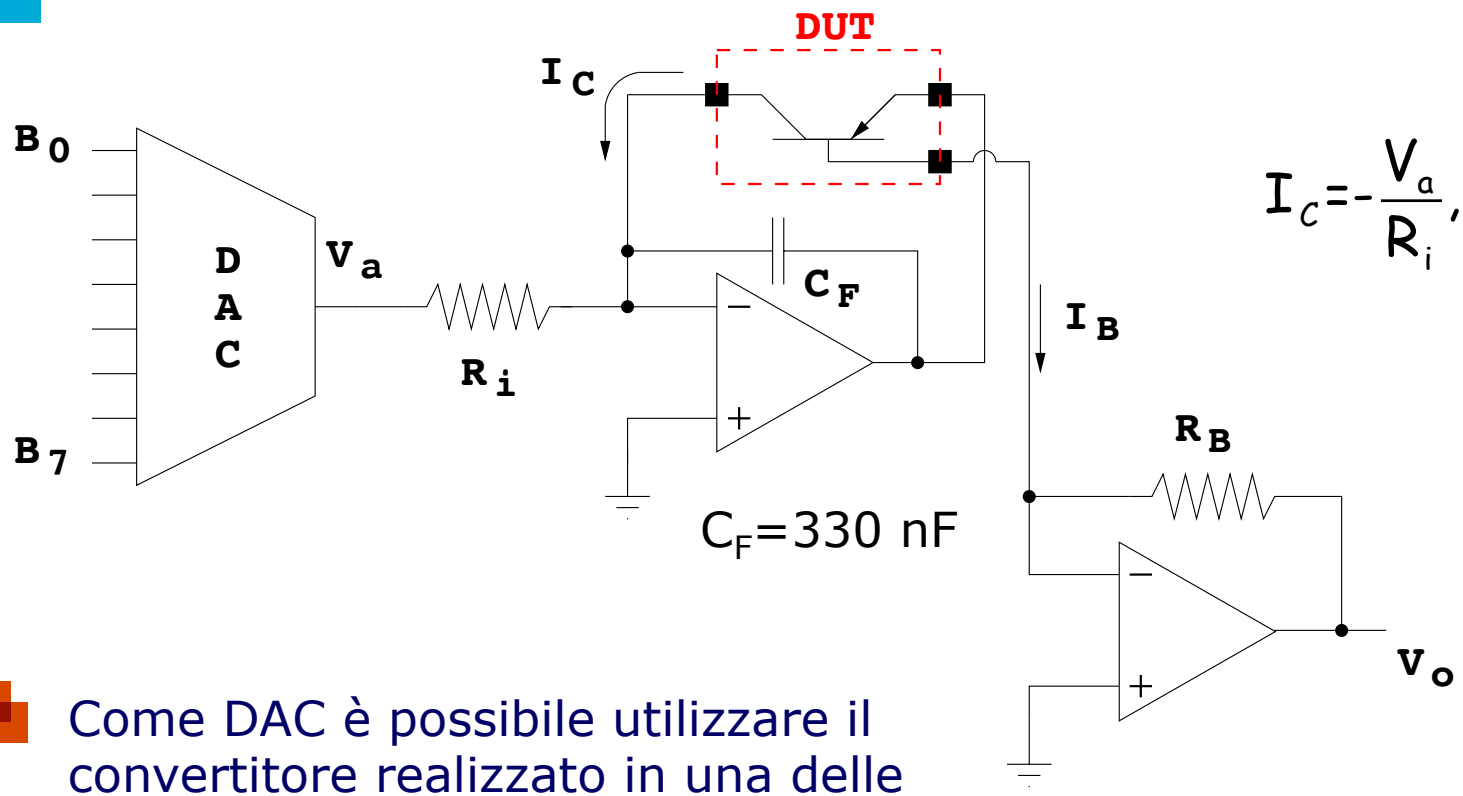
$$\beta(I_C, V_{CE}) = \frac{I_C}{I_B}$$



Obiettivi dell'esperienza

- Realizzazione di un sistema che consenta la misura del guadagno di corrente ad emettitore comune, β, in transistori bipolari PNP ed NPN. Il sistema sarà costituito da
  - un DAC a resistori pesati per il controllo della corrente di collettore nel DUT (device under test)
  - un circuito che consenta la polarizzazione del transistore alla corrente di collettore fissata ed a $V_{CB}=0$ (configurazione a diodo del transistore)
  - uno strumento virtuale che consenta il controllo del DAC, l'acquisizione dei dati relativi alla corrente di collettore e di base, il calcolo del beta e la sua rappresentazione in funzione di I_C
- Lo strumento virtuale dovrà consentire la rappresentazione del beta come funzione di I_C in forma grafica ed il salvataggio dei dati (I_C, β) in forma di tabella in un file di testo

Misura del parametro beta



$$I_C = -\frac{V_a}{R_i}, \qquad I_B = -\frac{V_o}{R_B}$$

$$\beta = \frac{V_a}{V_o}\frac{R_B}{R_i}$$

- Come DAC è possibile utilizzare il convertitore realizzato in una delle precedenti esperienze
- Si dimensioni R_i in maniera tale da avere una corrente di collettore massima pari a 10 mA ed R_B in maniera tale da coprire la dinamica di ingresso della scheda di acquisizione (±10 V)

TL081 JFET input OpAmp

National Semiconductor

December 1995

TL081 Wide Bandwidth JFET Input Operational Amplifier

General Description

The TL081 is a low cost high speed JFET input operational amplifier with an internally trimmed input offset voltage (BI-FET II™ technology). The device requires a low supply current and yet maintains a large gain bandwidth product and a fast slew rate. In addition, well matched high voltage JFET input devices provide very low input bias and offset currents. The TL081 is pin compatible with the standard LM741 and uses the same offset voltage adjustment circuitry. This feature allows designers to immediately upgrade the overall performance of existing LM741 designs.

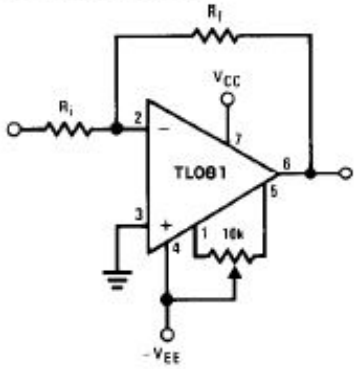
The TL081 may be used in applications such as high speed integrators, fast D/A converters, sample-and-hold circuits and many other circuits requiring low input offset voltage, low input bias current, high input impedance, high slew rate and wide bandwidth. The devices has low noise and offset voltage drift, but for applications where these requirements are critical, the LF356 is recommended. If maximum supply current is important, however, the TL081C is the better choice.

Features

■ Internally trimmed offset voltage	15 mV
■ Low input bias current	50 pA
■ Low input noise voltage	25 nV/$\sqrt{Hz}$
■ Low input noise current	0.01 pA/$\sqrt{Hz}$
■ Wide gain bandwidth	4 MHz
■ High slew rate	13 V/μs
■ Low supply current	1.8 mA
■ High input impedance	$10^{12}\Omega$
■ Low total harmonic distortion A_V = 10, R_L = 10k, V_O = 20 Vp-p, BW = 20 Hz–20 kHz	<0.02%
■ Low 1/f noise corner	50 Hz
■ Fast settling time to 0.01%	2 μs

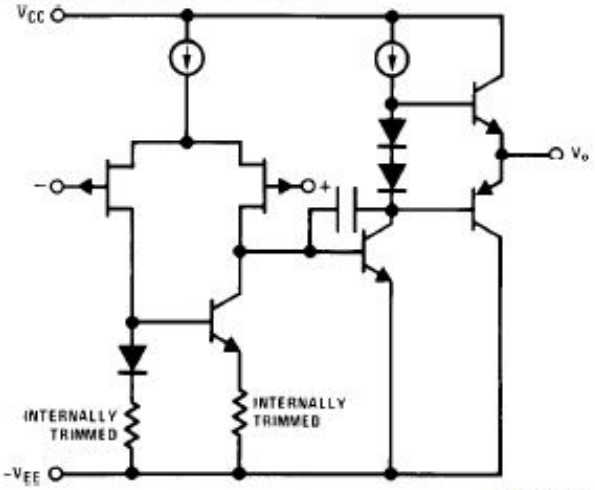
TL081 JFET input OpAmp

Typical Connection



TL/H/8358–1

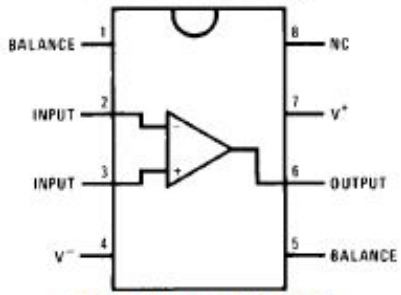
Simplified Schematic



TL/H/8358–2

Connection Diagram

Dual-In-Line Package

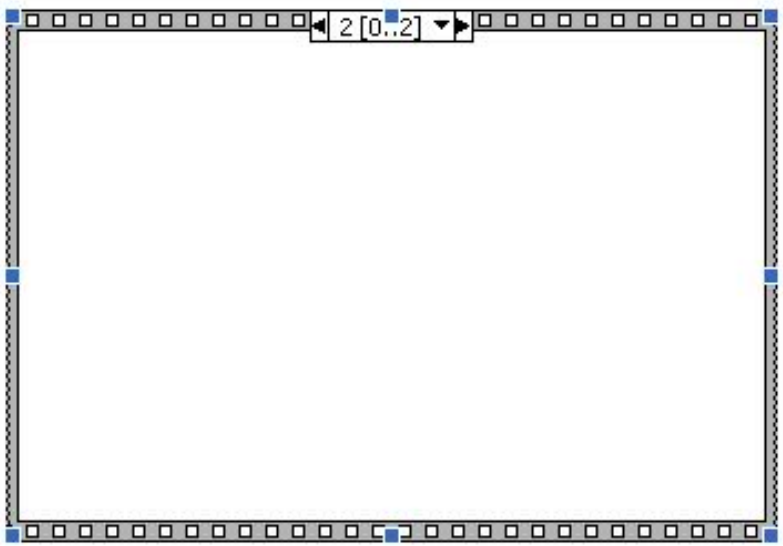


TL/H/8358–4

Order Number TL081CP
See NS Package Number N08E

Strumento virtuale

Dal punto di vista dello schema a blocchi, lo strumento virtuale LabView può essere realizzato mediante una struttura *sequence* con tre *frame* (per aggiungere un frame fare click con il pulsante destro del mouse sulla cornice e selezionare “Add Frame After”). Questa struttura consente l’esecuzione di una serie di istruzioni secondo una sequenza definita dal programmatore (vengono eseguite prima le istruzioni contenute nel *frame* 0, poi quelle contenute nel *frame* 1, etc.)

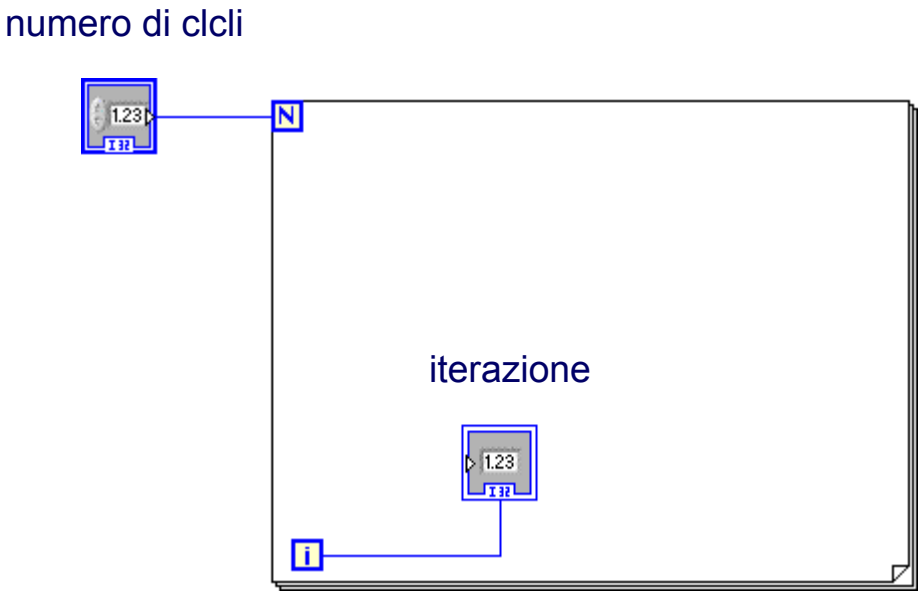


La proposta di utilizzare questa struttura ha ilo scopo di rendere possibile una distinzione temporale tra le tre fasi dell’attività svolta dal programma:

- **programmazione del DAC** (frame #0)
- **acquisizione della tensione V_o** (frame #1)
- **calcolo del beta** (frame #2)

Misura di beta al variare di I_C

- Per effettuare la misura di beta per vari valori della corrente di collettore è opportuno inserire la struttura sequence in un ciclo for, che comprenderà 256 iterazioni, una per ciascuno dei livelli di uscita del convertitore

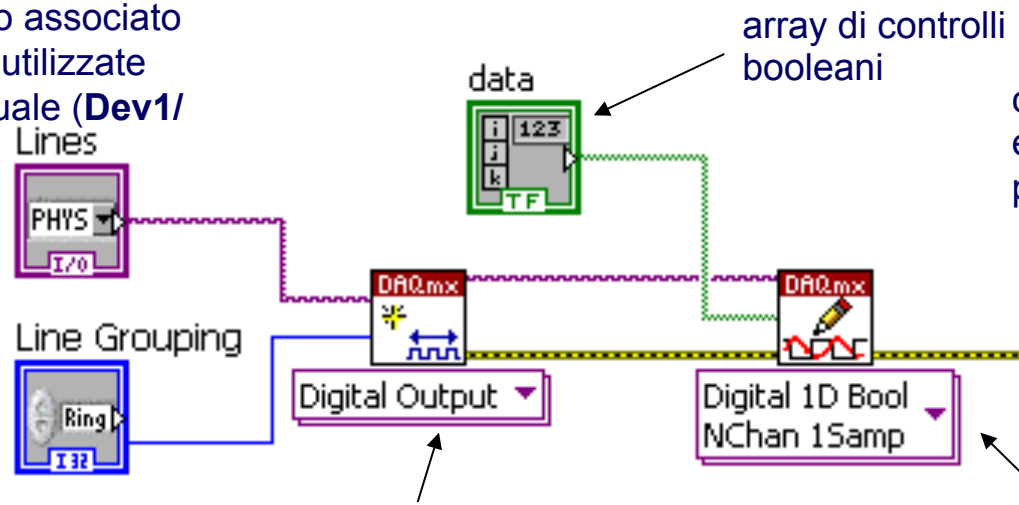


Programmazione del DAC (frame #0)

- DAQmx Create Channel.vi provvede alla configurazione del canale digitale della scheda di acquisizione
- DAQmx Write.vi configura le uscite digitali della scheda individuate dal blocco precedente con i dati forniti dall'opportuno blocco di controllo

specifica il nome delle linee digitali o il numero identificativo associato alle porte che vengono utilizzate per creare il canale virtuale (**Dev1/port0/line0:7**)

modalità di raggruppamento delle linee digitali in uno o più canali virtuali (**one channel for each line**)



array di controlli booleani

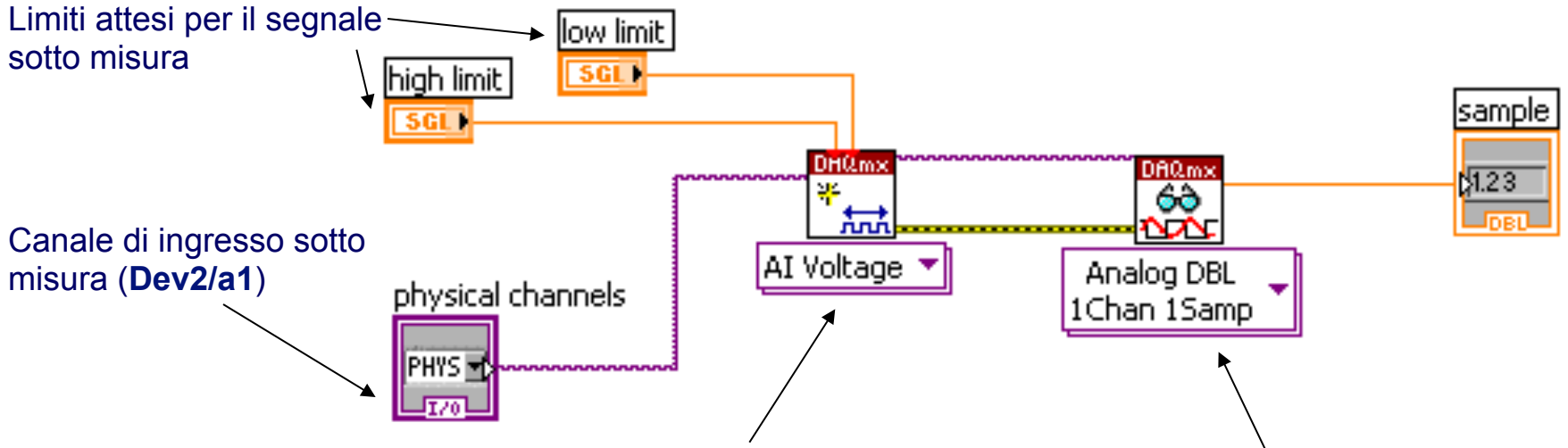
contiene informazioni su eventuali errori verificatisi in questo o in precedenti blocchi

`Measurement I/O -> DAQmx Data Acquisition -> DAQmx Create Channel.vi`

`Measurement I/O -> DAQmx Data Acquisition -> DAQmx Write.vi`

Lettura della tensione V_o (frame #1)

- DAQmx Create Channel.vi fornisce alla scheda di acquisizione informazioni riguardanti il tipo e il range dei segnali che deve ricevere in ingresso e il canale da cui deve leggere questi dati
- DAQmx Read.vi campiona il segnale proveniente dal canale specificato e riporta il valore misurato



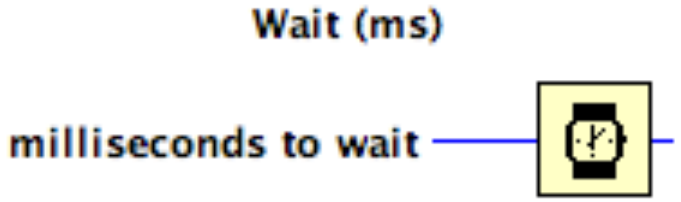
`Measurement I/O -> DAQmx Data Acquisition -> DAQmx Create Channel.vi`

`Measurement I/O -> DAQmx Data Acquisition -> DAQmx Read.vi`

Temporizzazione della fase di acquisizione

- Prima di procedere con l'acquisizione di V_o è opportuno attendere che le correnti nel DUT raggiungano la condizione di regime. A questo scopo conviene inserire nel frame #0 un blocco di temporizzazione

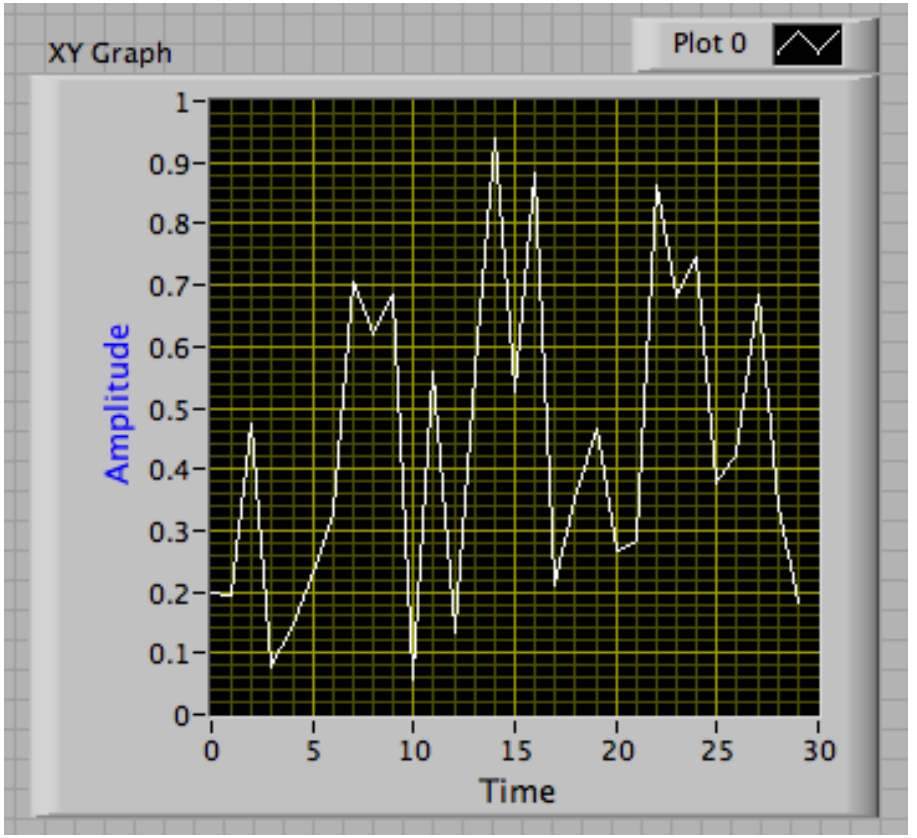
Attende finché il contenuto del timer è un multiplo di "millisecond multiple" – si usa tipicamente per sincronizzare i cicli con il clock di sistema



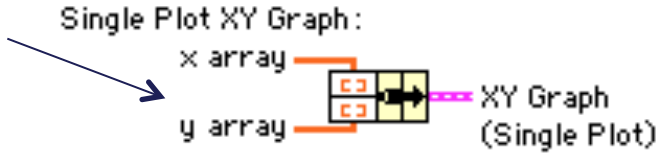
Attende il numero specificato di millisecondi

Rappresentazione grafica di $\beta(I_C)$

- XY graph (Modern-> Graph ->XY Graph o Classic ->Classic Graph ->XY Graph)
- Richiede l'uso di una funzione Bundle (Programming-> Cluster, Class & Variant-> Bundle) per generare le variabili indipendente (X) e dipendente (Y)

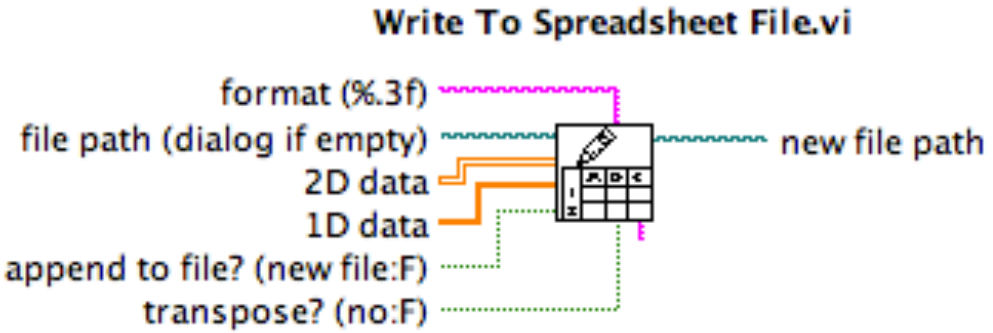


ingressi in forma di vettore (pari dimensioni)



Suggerimento: per la generazione dei vettori si possono utilizzare i "tunnel" di una struttura for in modalità "indexed"

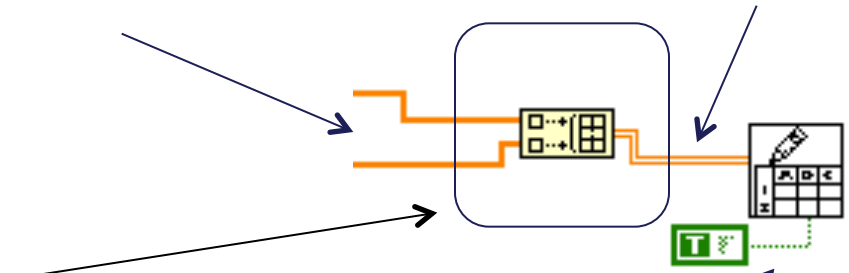
Scrittura su file



Programming-> File I/O->
Write To Spreadsheet File.vi

1 array 2D in uscita (tabella di datii a 2 colonne)

2 array 1D in ingresso

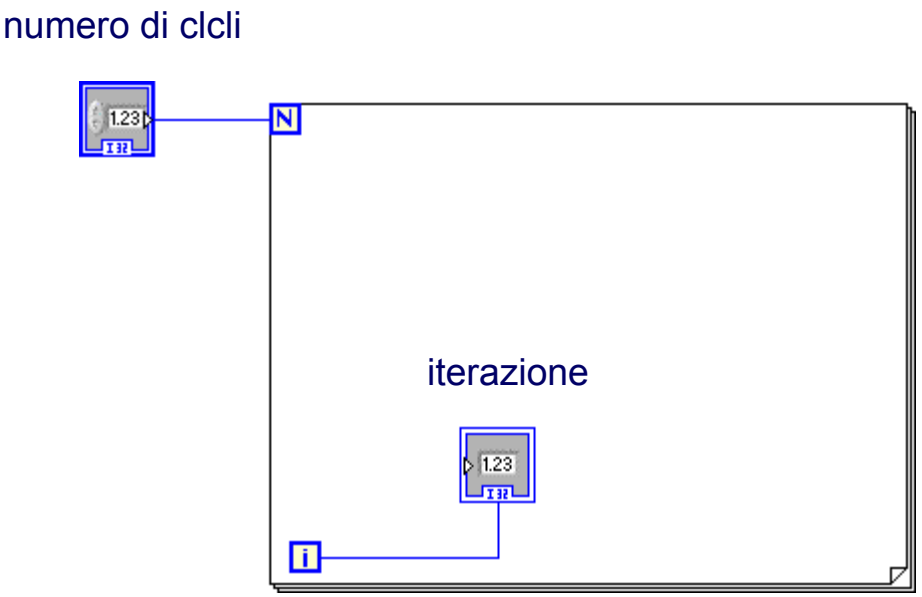


Programming-> Array->
Build Array

trasporre l'array 2D? sì

Reiezione dei disturbi

- Utile per migliorare l'accuratezza della misura poiché consente di ridurre l'effetto dei disturbi a media nulla sovrapposti al segnale



- Invece di rappresentare ogni singolo campione acquisito si rappresenta la media di **n** campioni; di conseguenza la velocità con cui i dati misurati vengono riportati sul grafico si riduce di un fattore **n**