

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## **Gli oscilloscopi analogici**

- Struttura generale
- Il tubo a raggi catodici
- La deflessione

Torino, 28-May-02

1

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## **Testi consigliati**

- C. Offelli - Strumentazione elettronica - Edizioni Libreria Progetto - Padova - 1991
- G. Costanzini, U. Garnelli - Strumentazione e misure elettroniche - Zanichelli - Bologna
- C. Offelli, D. Petri - Lezioni di strumentazione elettronica - CittàStudiEdizioni - Milano - 1994

Torino, 28-May-02

2

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

# Oscilloscopio Analogico

Funzioni previste:

1) date due generiche tensioni  $V_x$  e  $V_y$ ,  
rappresentare sullo schermo di un tubo  
a raggi catodici l'andamento della curva:

$$V_y = f(V_x)$$

su due assi fra loro ortogonali.

*L'oscilloscopio è utilizzato in modalità*

## **XY**

Torino, 28-May-02

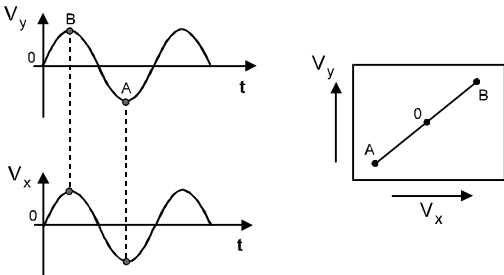
3

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

# Oscilloscopio Analogico

Modalità XY



Torino, 28-May-02

4

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## Oscilloscopio Analogico

Funzioni previste:

2) se la tensione  $V_x$  è proporzionale al tempo, si ottiene l'andamento temporale di  $V_y$

$$V_y = g(t)$$

*Funzionamento dell'oscilloscopio in  
**base dei tempi***

- La  $V_x$  è normalmente generata internamente

Torino, 28-May-02

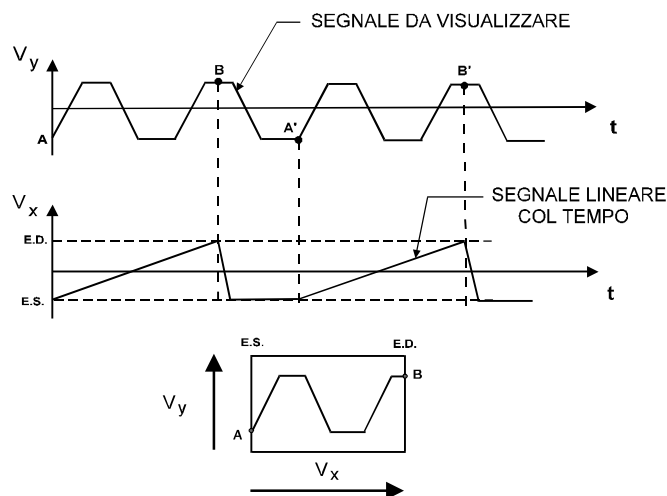
5

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## Oscilloscopio Analogico

Modalità **base dei tempi**



Torino, 28-May-02

6

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## Oscilloscopio Analogico

- Vi è anche la possibilità di intervenire con una modulazione sull'intensità del fascio elettronico ("tutto o niente")
- si agisce sull'asse **z**

Torino, 28-May-02

7

OSCILL-AN-01

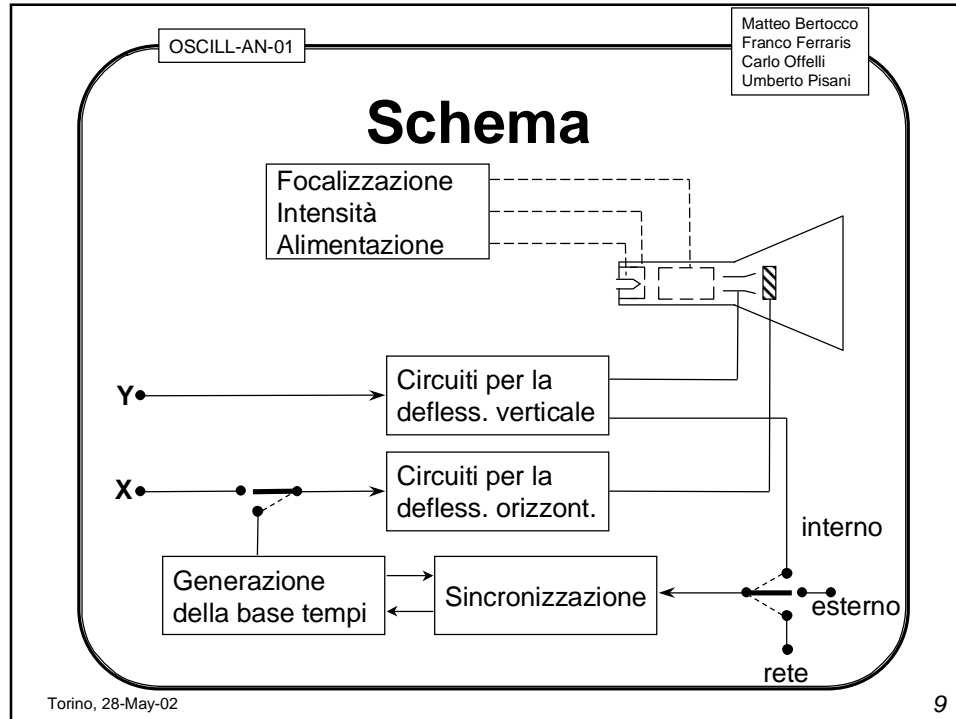
Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## Oscilloscopio Analogico

- Struttura generale: 3 blocchi
  1. tubo a raggi catodici
    - due distinte coppie di placchette di deflessione tra loro ortogonali
  2. circuiti elettronici per la deflessione verticale (asse y)
  3. circuiti elettronici per la deflessione orizzontale (asse x)

Torino, 28-May-02

8



OSCILL-AN-01

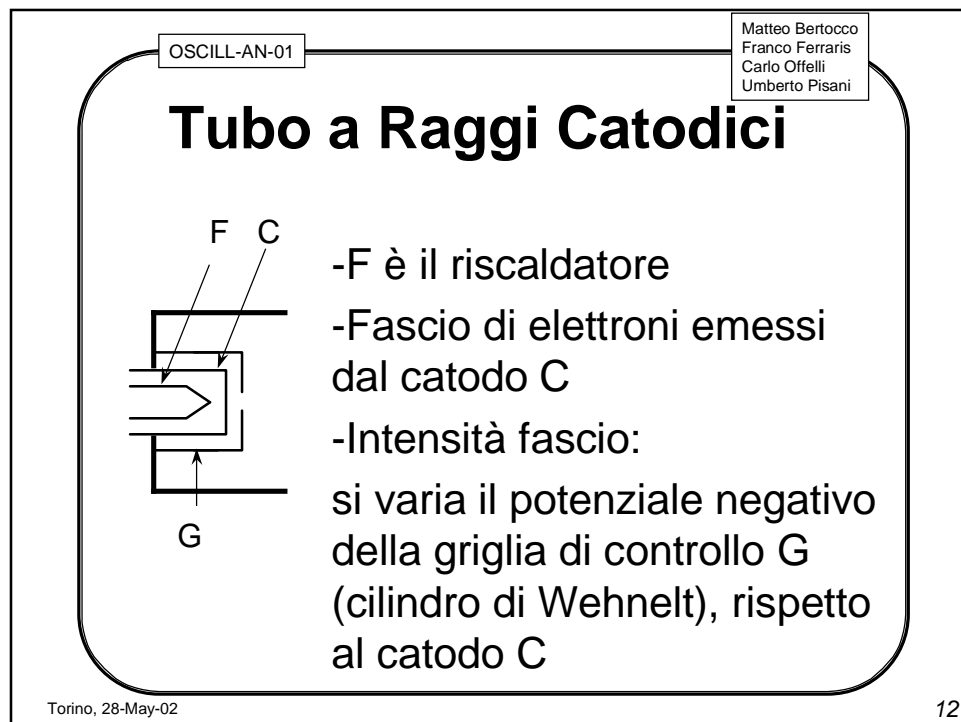
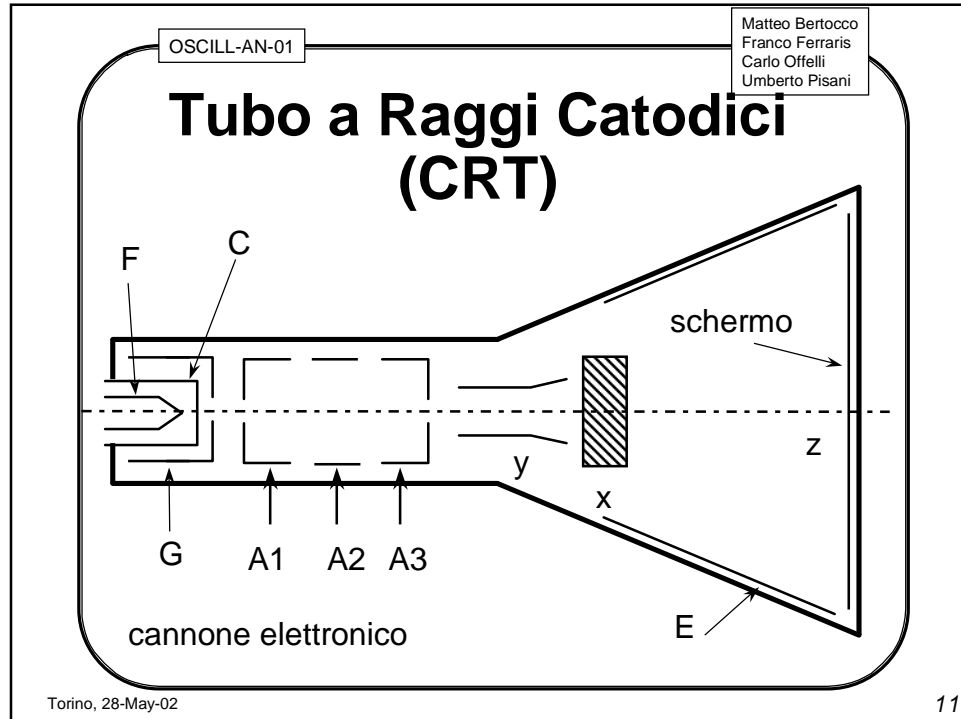
Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## Oscilloscopio Analogico

- oscilloscopio in XY
  - il blocco per la deflessione orizzontale è simile al blocco per la deflessione verticale
- oscilloscopio in base dei tempi
  - il blocco per la deflessione orizzontale genera internamente i segnali per la deflessione
  - per avere una traccia stabile è necessaria una “sincronizzazione”

Torino, 28-May-02

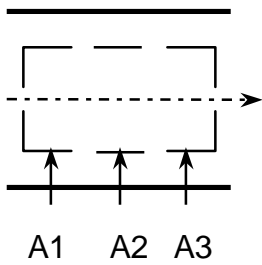
10



OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## Tubo a Raggi Catodici



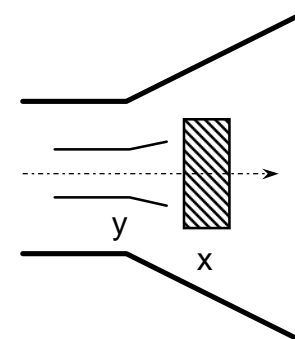
- anodi
  - accelerano
  - focalizzanogli elettroni del fascio
- potenziali degli anodi rispetto a catodo: parecchie migliaia di volt

Torino, 28-May-0213

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## Tubo a Raggi Catodici



- due coppie di placchette per la deflessione tra loro ortogonali
- prima placchette y e poi x

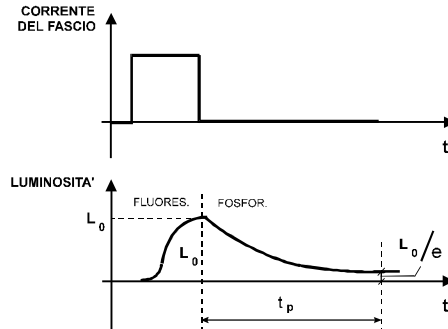
Torino, 28-May-0214

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## Tubo a Raggi Catodici

- gli elettroni del fascio colpiscono un sottile strato di sostanze (fosfori) depositato sulla parete interna dello schermo, causando in tal modo l'emissione di luce



Torino, 28-May-02

15

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## Tubo a Raggi Catodici

- fascio elettroni = corrente elettrica
- necessario un percorso di ritorno degli elettroni che colpiscono lo schermo
- si sfrutta il fenomeno dell'emissione secondaria

Torino, 28-May-02

16

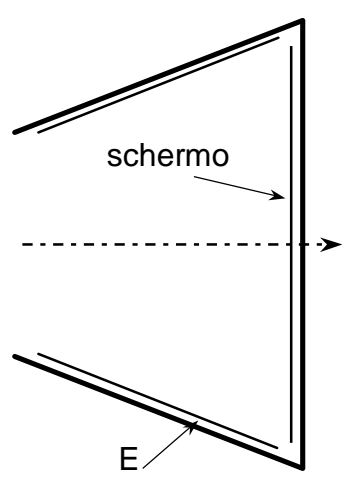


OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## Tubo a Raggi Catodici

- elettroni secondari raccolti da un ulteriore elettrodo, formato da miscela conduttrice depositata sulla parte terminale del tubo



schermo

E

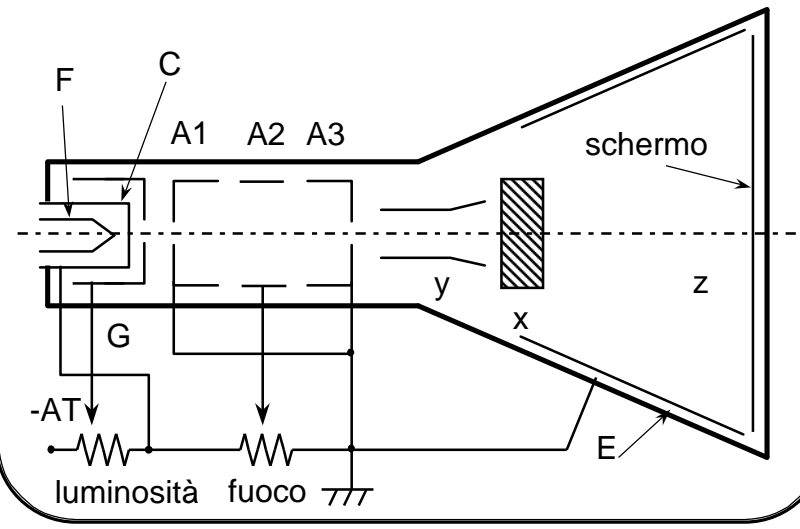
Torino, 28-May-02

17

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## Tubo a Raggi Catodici



schermo

z

x

y

E

C

A1 A2 A3

F

G

-AT

luminosità

fuoco

///

Torino, 28-May-02

18

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## Tubo a Raggi Catodici

- efficienza di un fosforo
  - rapporto fra l'energia luminosa generata e l'energia del fascio elettronico di eccitazione
- di solito efficienza inferiore al 10%
- restante energia fornita dal fascio trasformata in calore

Torino, 28-May-0219

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## Tubo a Raggi Catodici

- surriscaldamento dei fosfori
  - alterazione permanente delle proprietà di emissione luminosa
- pericolo: bruciatura dei fosfori
- modalità di impiego dell'oscilloscopio
  - utilizzare il fascio di elettroni sempre con la minima intensità necessaria

Torino, 28-May-0220

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## La deflessione

- ipotesi semplificative:
  - fascetto elettronico con spessore nullo
  - placchette di deflessione  $\Rightarrow$  condensatore piano e parallelo
  - elettroni con componente di velocità solo lungo l'asse z

Torino, 28-May-02

21

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## La deflessione

The diagram illustrates the deflection of an electron beam. It shows a horizontal dashed line representing the initial path of the electron beam. Above this line, two parallel horizontal plates represent the deflection plates, separated by a distance  $d$ . A voltage  $V_y$  is applied across these plates. The length of the deflection region is  $l$ . The total distance from the deflection region to the screen is  $L$ . The beam starts at the origin  $0$  with an initial horizontal velocity  $v_{x0}$ . After passing through the deflection region, it moves with a horizontal velocity  $v_{x1}$  and a vertical velocity  $v_{y1}$ . The beam strikes a vertical line labeled "schermo" at a vertical distance  $D$  from the horizontal axis. The angle between the beam's path and the horizontal axis is labeled  $\alpha$ .

Torino, 28-May-02

22

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## La deflessione

- sensibilità di deflessione

$$S_y = \frac{D}{V_y} = \frac{l \cdot L}{2 \cdot d \cdot V_a} \text{ [mm / V]}$$

- incremento sensibilità
  - aumento  $l$  ed  $L$
  - diminuzione  $d$  e  $V_a$

Torino, 28-May-02

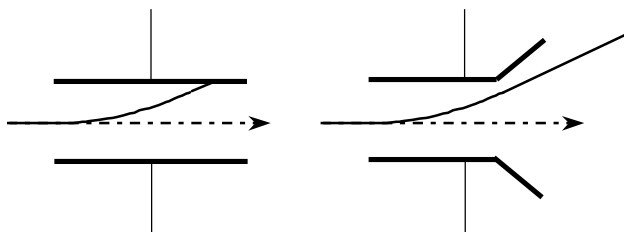
23

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## La deflessione

- aumentare  $l$  o diminuire  $d$ : i limiti sono dati da
  - lunghezza e distanza delle placchette
  - capacità di carico sull'amplificatore



Torino, 28-May-02

24

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## La deflessione

$$S_y = \frac{D}{V_y} = \frac{l \cdot L}{2 \cdot d \cdot V_a} \quad [mm / V]$$

- aumentare **L**: maggior ingombro del tubo
- ridurre **V<sub>a</sub>**: si hanno elettroni lenti
  - fosfori debolmente eccitati
  - traccia poco luminosa

Torino, 28-May-02

25

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## La deflessione

- soluzioni per aumentare la sensibilità
  - si deflettono elettroni dotati di bassa velocità
  - si accelerano gli elettroni deflessi con anodi di post-accelerazione
    - Spirale di grafite
    - Griglia a forma di calotta sferica

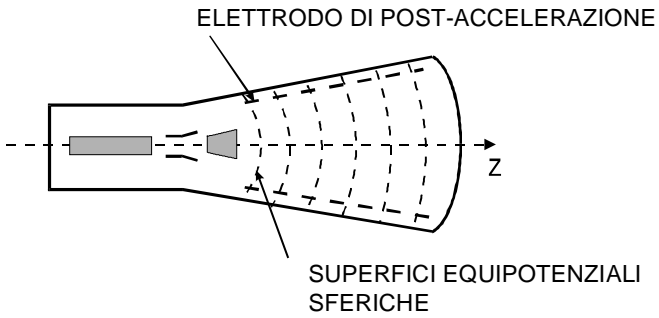
Torino, 28-May-02

26

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## La deflessione



ELETTRODO DI POST-ACCELERAZIONE

SUPERFICI EQUIPOTENZIALI SFERICHE

z

Torino, 28-May-02

27

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## La deflessione

- comportamento dinamico
  - $V_y$  variabile durante il tempo di transito degli elettroni all'interno delle placchette

esempio:

- $V_y$  sinusoidale di frequenza  $f$

Torino, 28-May-02

28

Matteo Bertocco  
 Franco Ferraris  
 Carlo Offelli  
 Umberto Pisani

OSCILL-AN-01

per non risentire della variazione di  $V_y$   
deve essere:

$$f \ll \frac{1}{l} \sqrt{\frac{2eV_a}{m}}$$

- placchette molto corte
- tensioni di accelerazione  $V_a$  molto elevate

$$S_y = \frac{D}{V_y} = \frac{l \cdot L}{2 \cdot d \cdot V_a} \text{ [mm / V]}$$

dunque:  
riduzione della sensibilità di deflessione

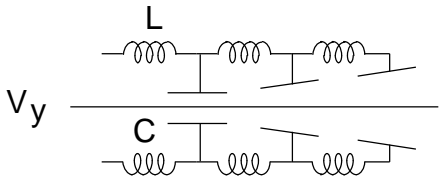
Torino, 28-May-02 29

Matteo Bertocco  
 Franco Ferraris  
 Carlo Offelli  
 Umberto Pisani

OSCILL-AN-01

## deflessione dinamica

- soluzione pratica: deflessione distribuita



- tensione  $V_y$  applicata mediante linee di ritardo

Torino, 28-May-02 30

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## La deflessione

- condizione per la deflessione
  - a parità del valore assoluto  $V_y$   
deve essere ottenuto lo stesso  
valore assoluto di deviazione
- necessità di una tensione  
bilanciata (asse x a potenziale  
nullo)

Torino, 28-May-02

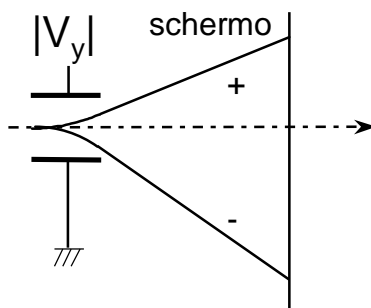
31

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## La deflessione

esempio: tensione  $V_y$   
sbilanciata



- placchetta  
inferiore a  
potenziale nullo
- potenziale asse x  
pari a  $\pm V_y/2$

Torino, 28-May-02

32



OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## La deflessione (segue)

esempio: tensione  $V_y$  bilanciata

Torino, 28-May-02 33

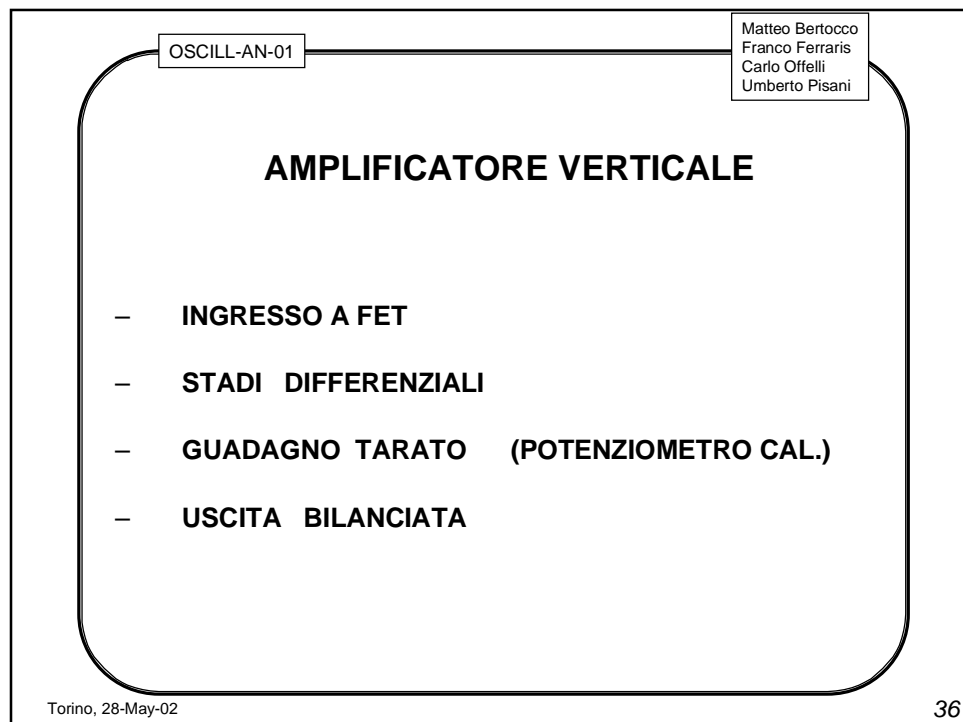
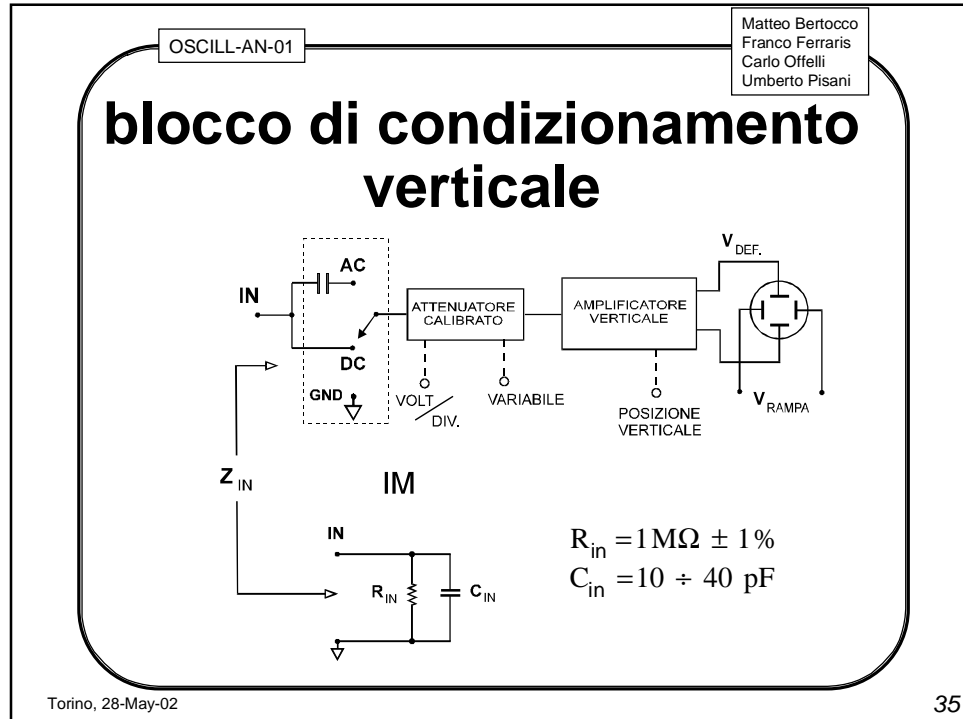
OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## blocco di condizionamento verticale

- normale sensibilità di deflessione  
 $S_y$  circa 0,2 - 1 mm/V
- per avere deflessioni facilmente valutabili
  - segnale applicato alle placchette dell'ordine della decina o del centinaio di volt

Torino, 28-May-02 34



OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## blocco adattatore di livelli

- si fissa il coefficiente per la deflessione verticale (V/div)

valori tipici del coefficiente di deflessione (V/div)

5	2	1
0.5	0.2	0.1
0.05	0.02	0.01

Torino, 28-May-02

37

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## Caratterizzazione Metrologica del blocco di condizionamento per la deflessione verticale

- parametri principali
  - banda passante
  - amplificazione
  - tempo di risposta (o salita)
  - impedenza di ingresso

Torino, 28-May-02

38

OSCILL-AN-01

Matteo Bertocco  
Franco Ferraris  
Carlo Offelli  
Umberto Pisani

## **Caratterizzazione Metrologica (segue)**

- banda passante espressa con la frequenza di taglio superiore (3 dB)
- normalmente non fornita l'amplificazione massima, ma la minima tensione applicabile all'ingresso (V/div)

Torino, 28-May-02

39