

Quarta lezione

Esperienza preliminare

	giovedì 20 ottobre	martedì 25 ottobre	giovedì 27 ottobre	giovedì 3 novembre	martedì 8 novembre	giovedì 10 novembre
Preliminare 1	Chiara Ambrogi	Chiara Ambrogi	Chiara Tomaiuolo	Chiara Tomaiuolo	Erich Vito Butera	Erich Vito Butera
Preliminare 2	Giovanni Chiello	Giovanni Chiello	Maria Elisa Tegano	Maria Elisa Tegano	Filippo Fedi	Filippo Fedi
Vita media del mu	Giulia Belotti	Giulia Belotti	Irene Celestino	Irene Celestino	Christian Nunziante Tanga	Christian Nunziante Tanga
Telescopio 1	Giulio Cordova	Giulio Cordova	Sara Gamba	Sara Gamba		
Telescopio 2					Alessia Giani	Alessia Giani

Introduzione

- ◆ La prima esperienza in laboratorio di interazioni fondamentali.
- ◆ Familiarizzare con:
 - ◆ Alimentatori di alta tensione
 - ◆ Segnali dai fotomoltiplicatori
 - ◆ Cavi (Linee di trasmissione) coassiali
 - ◆ Oscilloscopi
 - ◆ Discriminatori
 - ◆ Unità di coincidenza
 - ◆ Contatori

Alimentatori Alta Tensione

◆ Caratteristiche

- ◆ Range di tensione in cui si può fissare l'uscita
- ◆ Massima corrente erogabile
 - ◆ Impedenza d'uscita
- ◆ Stabilità della tensione fissata
- ◆ Rumorosità
- ◆ Capacità di far fronte a eventi inaspettati
 - ◆ corto circuiti o altri collegamenti erronei
- ◆ Efficienza

Come Funzionano?

- ◆ <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/application-notes/AN118fb.pdf>



Application Note 118
March 2008

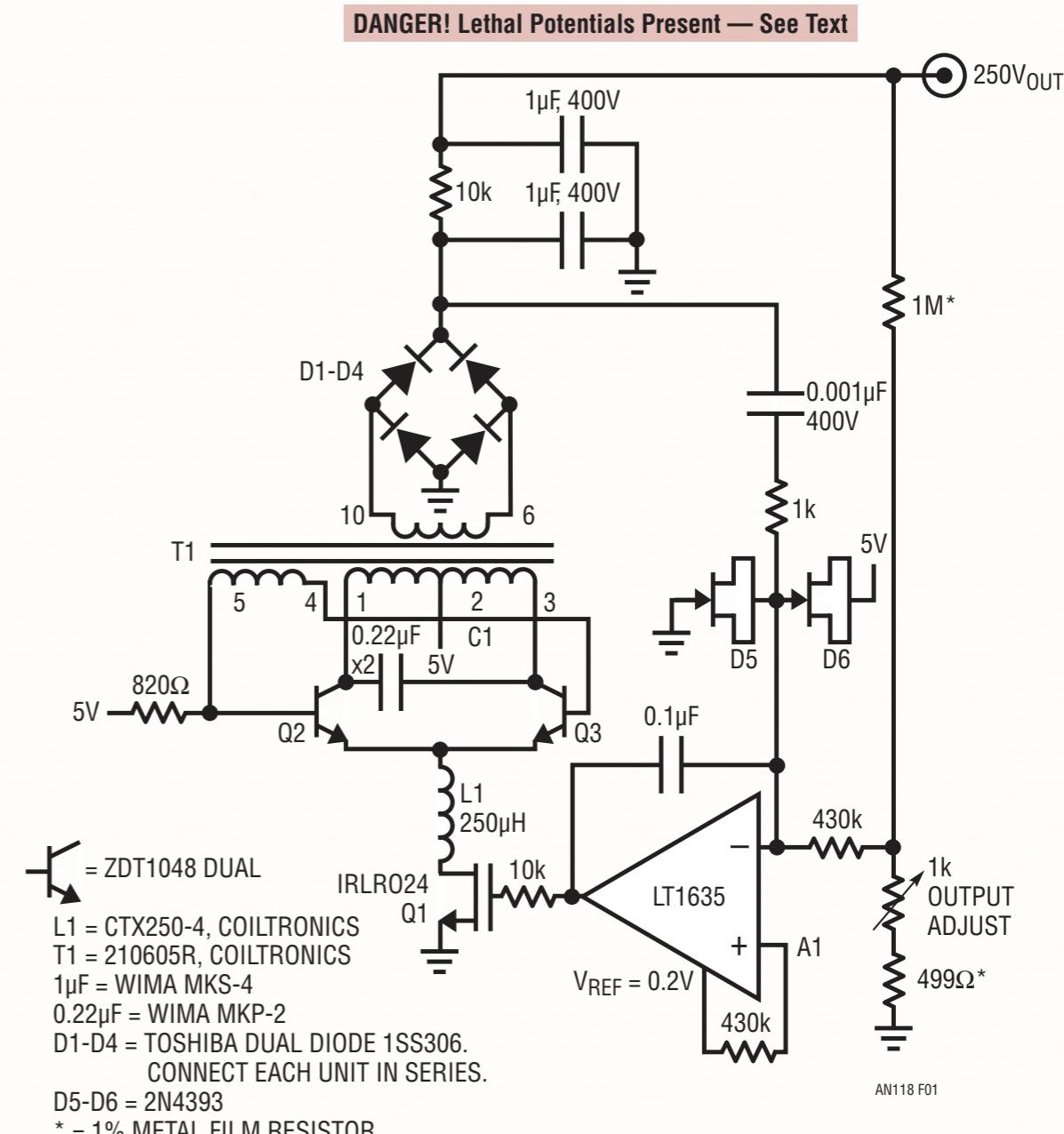
High Voltage, Low Noise, DC/DC Converters

A Kilovolt with 100 Microvolts of Noise

Jim Williams

Introduction

Photomultipliers (PMT), avalanche photodiodes (APD), ultrasonic transducers, capacitance microphones, radiation detectors and similar devices require high voltage, low current bias. Additionally, the high voltage must be pristinely free of noise; well under a millivolt is a common requirement with a few hundred microvolts sometimes necessary. Normally, switching regulator configurations cannot achieve this performance level without employing special techniques. One aid to achieving low noise is that load currents rarely exceed 5mA. This freedom permits output filtering methods that are usually impractical.



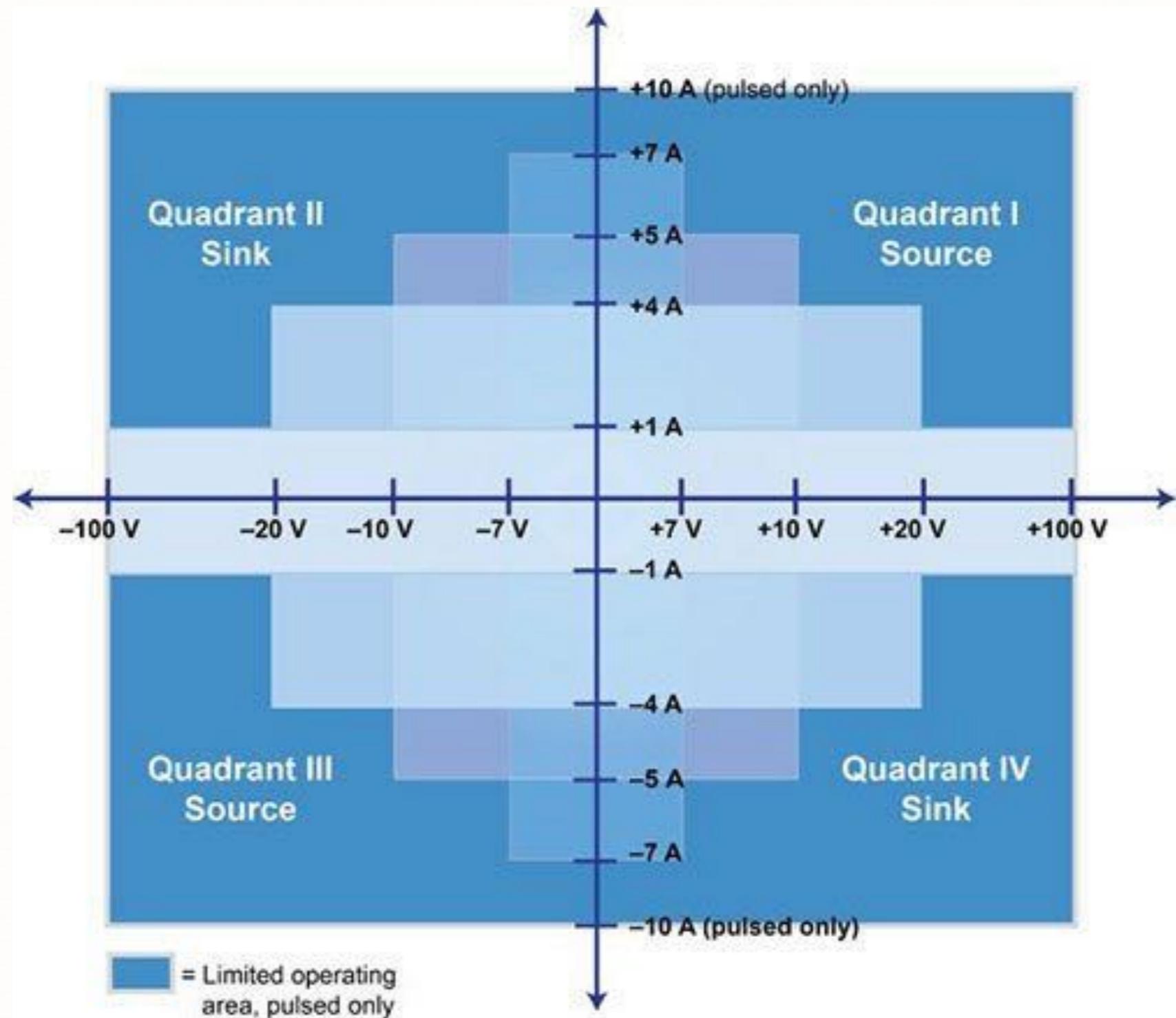
Nota

- ◆ Un generatore di tensione è usualmente un dispositivo che opera nel solo primo / terzo quadrante del piano IV
- ◆ Ovvero:
 - ◆ è in grado di erogare, ma non di assorbire potenza
 - ◆ è in grado erogare corrente / fissare la tensione in uscita con un solo segno
- ◆ Si parla altrimenti di alimentatori bipolarì

Protezione

- ◆ Cosa accade in caso di corto?
 - ◆ Se il generatore è “gnurent” eroga corrente per quanto gli riesce fino a che non si brucia il corto o non si brucia l’alimentatore
 - ◆ Se il generatore è “delicato” abbassa la tensione fin tanto che è necessario per portare la corrente sotto un valore ritenuto sicuro (crow bar protection)
 - ◆ dopo un certo periodo si spegne

Esempio: Keitley 2400 Smu



Protezione Contro Sovrattensioni

- ◆ Può accadere che un ente esterno voglia far circolare la corrente in verso opposto a quello che vorrebbe far circolare il generatore unipolare
- ◆ esempio: collegate un alimentatore impostato a 2kV ad un altro impostato a 3 kV... chi vince?
- ◆ Protezione: l'alimentatore impostato a tensione più bassa si stacca ed interrompe il circuito

Tek

M

Acq Complete M Pos: 36.00ns

CURSORI

Tipo

Tensione

Sorgente

CH1

Delta
28.0mV

Cursore 1
0.00V

Cursore 2
-28.0mV



CH1 20.0mV

M 10.0ns

CH1 -15.2mV

2.86113kHz

Oscilloscopi

- ◆ Il re degli strumenti di misura in elettronica
 - ◆ Tektronix, Le Croy, Keysight (ex Agilent, ex ex Hewlett Packard)
- ◆ L'XYZ degli oscilloscopi:
<https://www.tek.com/document/primer/xyzs-oscilloscopes-primer>



Keysight UXR : costo 1.3 M\$

Caratteristiche Di Un Oscilloscopio

- ◆ Banda passante / risetime
 - ◆ la frequenza tale per cui l'oscilloscopio mostra una potenza ridotta di 3 dB rispetto al vero
 - ◆ il rise time 10% - 90% riportato dall'oscilloscopio per un segnale con rise time trascurabile
 - ◆ Esempio banda 110GHz : risetime ~ 9 ps
 - ◆ $c \times 9 \text{ ps} \sim 2.7 \text{ mm}$
- ◆ Numero di ingressi, impedenza di ingresso
(in genere selezionabile fra 50 Ohm e 1 MOhm // 12 pF)
- ◆ Sensibilità
- ◆ Modi di trigger
- ◆ Lunghezza temporale dell'evento acquisito
- ◆ Risoluzione & Accuratezza

Principio Di Funzionamento

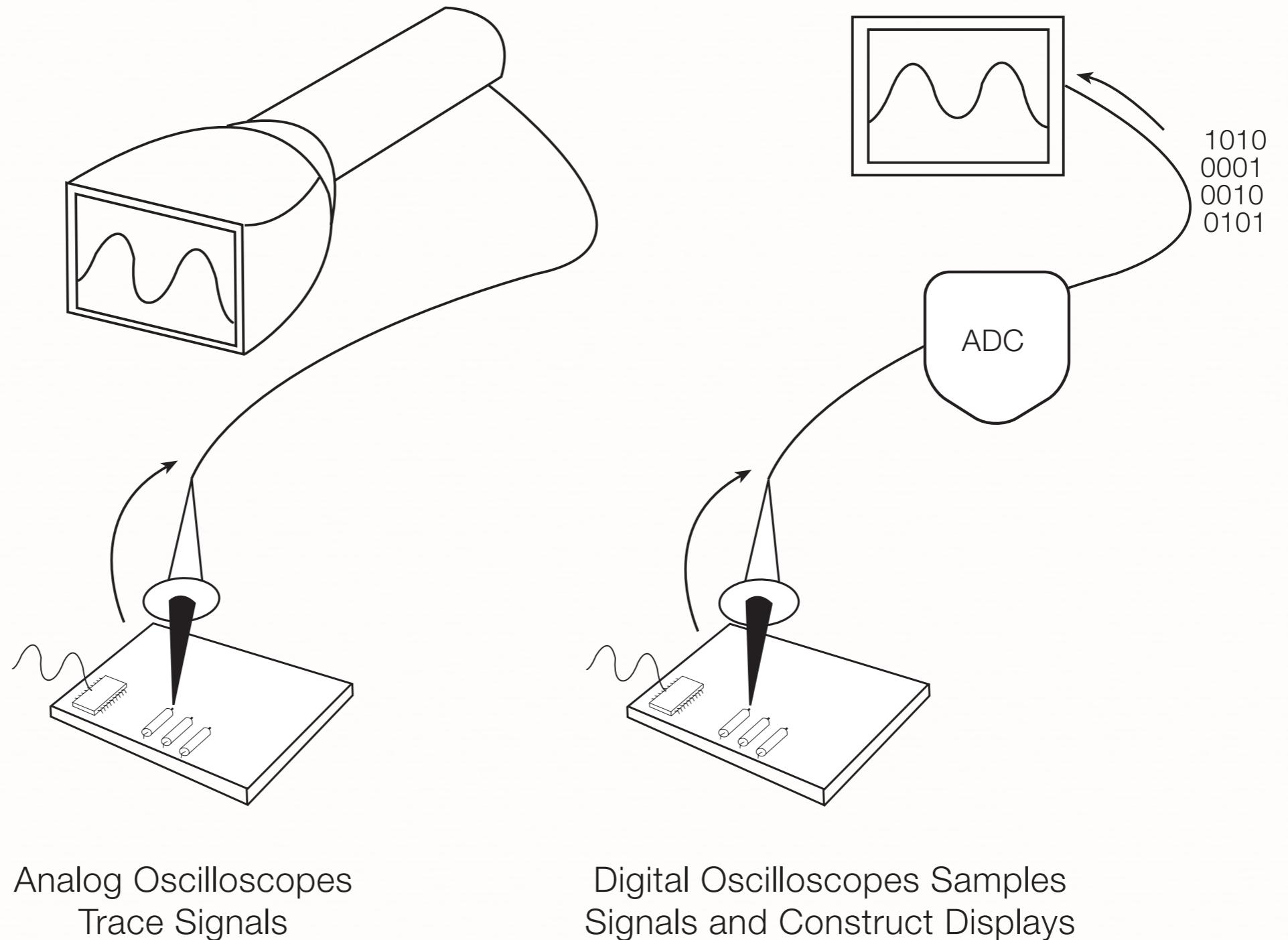


Figure 11. Analog oscilloscopes trace signals, while digital oscilloscopes sample signals and construct displays.

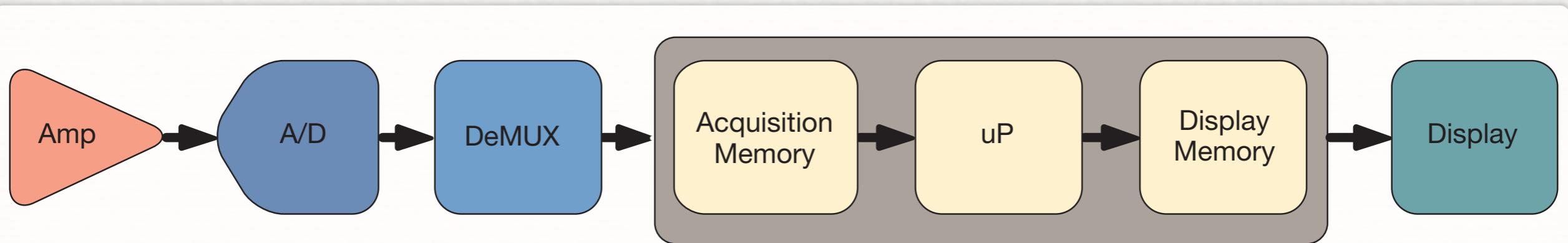


Figure 12. The serial-processing architecture of a digital storage oscilloscope (DSO).

- ◆ I segnali con cui avremo a che fare non sono periodici
- ◆ Il trigger decide quale porzione temporale di dati mostrare sul display
- ◆ Il trigger è nel micro processore (uP)



Common vertical controls include:

- Termination
 - 1M ohm
 - 50 ohm
- Coupling
 - DC
 - AC
 - GND
- Bandwidth
 - Limit
 - Enhancement
- Position
- Offset
- Invert – On/Off
- Scale
 - Fixed steps
 - Variable

Common horizontal controls include:

- | | |
|--------------------|--------------------|
| ■ Time Base | ■ Resolution |
| ■ XY | ■ Sample Rate |
| ■ Scale | ■ Trigger Position |
| ■ Trace Separation | ■ Zoom/Pan |
| ■ Record Length | ■ Search |



Cavi Coassiali

- ◆ Connettori
 - ◆ BNC



Cavi Coassiali

◆ Lemo



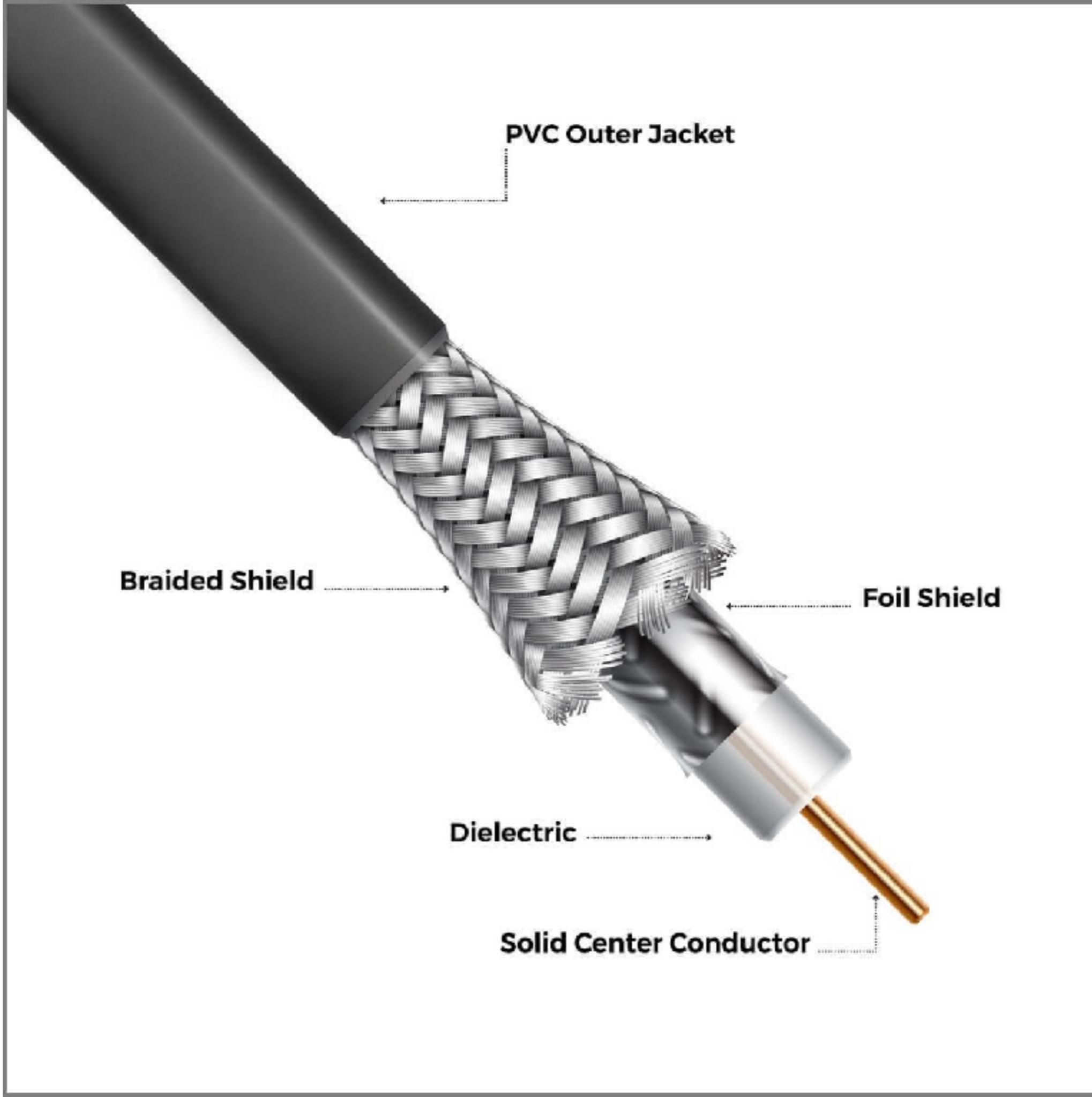
LEMO - BNC





Linee Di Trasmissione

- ◆ Un sistema di conduttori in grado di trasportare un segnale elettrico
- ◆ Caratteristiche principali:
 - ◆ Impedenza caratteristica (50 Ohm nel nostro caso, in generale nel range 50 Ohm - 600 Ohm)
 - ◆ Velocità di propagazione (dell'ordine di 20 cm/ns)
 - ◆ Coefficiente di attenuazione
 - ◆ Banda passante



Perdite Del Cavo Coassiale

- ◆ Dissipazione ohmica nel conduttore (effetto principale)
 - ◆ Effetto pelle: la sezione efficace diminuisce all'aumentare della frequenza
- ◆ Dissipazione nel dielettrico & irraggiamento

Coaxial Cable Signal Loss (Per 10 Feet)



13/32" Wilson 400

Loss per 10':

800 Mhz - .45 dB

1900 Mhz - .7 dB



3/8" RG-6

Loss per 10':

800 Mhz - .83 dB

1900 Mhz - 1.35 dB



3/16" RG-58

Loss per 10':

800 Mhz - 1.0 dB

1900 Mhz - 2.66 dB



3/32" RG-174

Loss per 10':

800 Mhz - 3.58 dB

1900 Mhz - 6.66 dB

Fotomoltiplicatori

- ◆ Determinare la tensione di alimentazione
 - ◆ Frequenza di trigger al cambiare della tensione di alimentazione
 - ◆ Livello di soglia
 - ◆ Parametri correlati

OBSOLETE TYPE



XP2011
XP2011B

being replaced by XP2071, XP2071B
in preparation for green sensitivity applications: XP2081, XP2081B

10-STAGE PHOTOMULTIPLIER TUBE

- 32 mm useful diameter head-on type
- flat window
- semi-transparent bi-alkaline photocathode
- high stability
- good linearity
- for high-energy physics experiments, scintillation counting, laboratory and industrial photometry
- XP2011B has a 12-pin plastic base; XP2011 has a 14-pin all-glass base

10-stage photomultiplier tube

XP2011
XP2011B

RECOMMENDED CIRCUITS

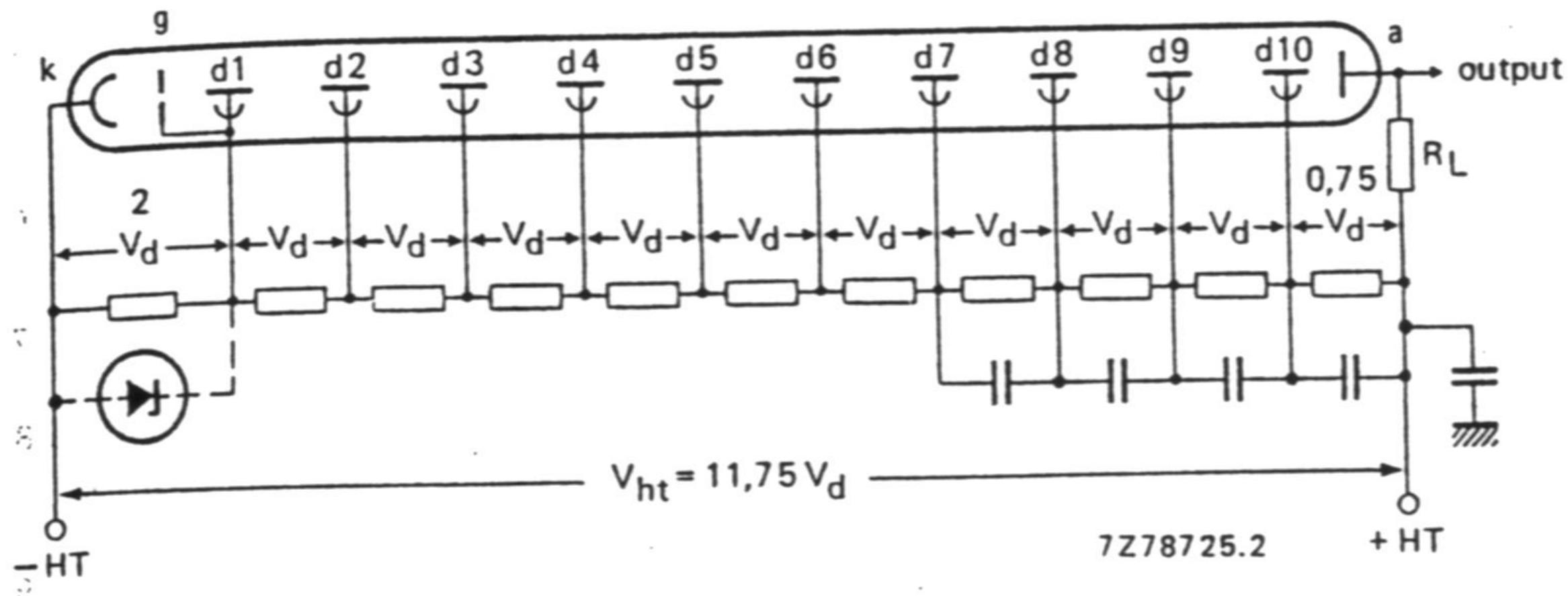


Fig. 2 Voltage divider A*.

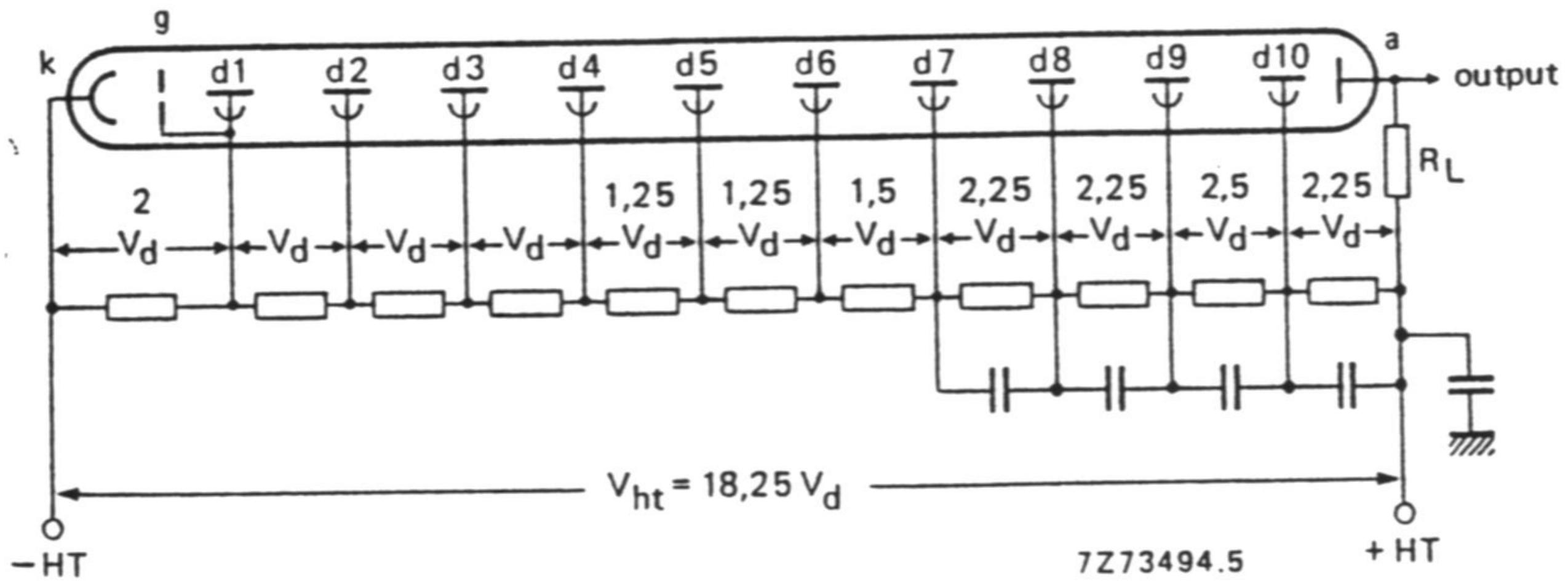


Fig. 3 Voltage divider B.

Typical values of capacitors: 10 nF

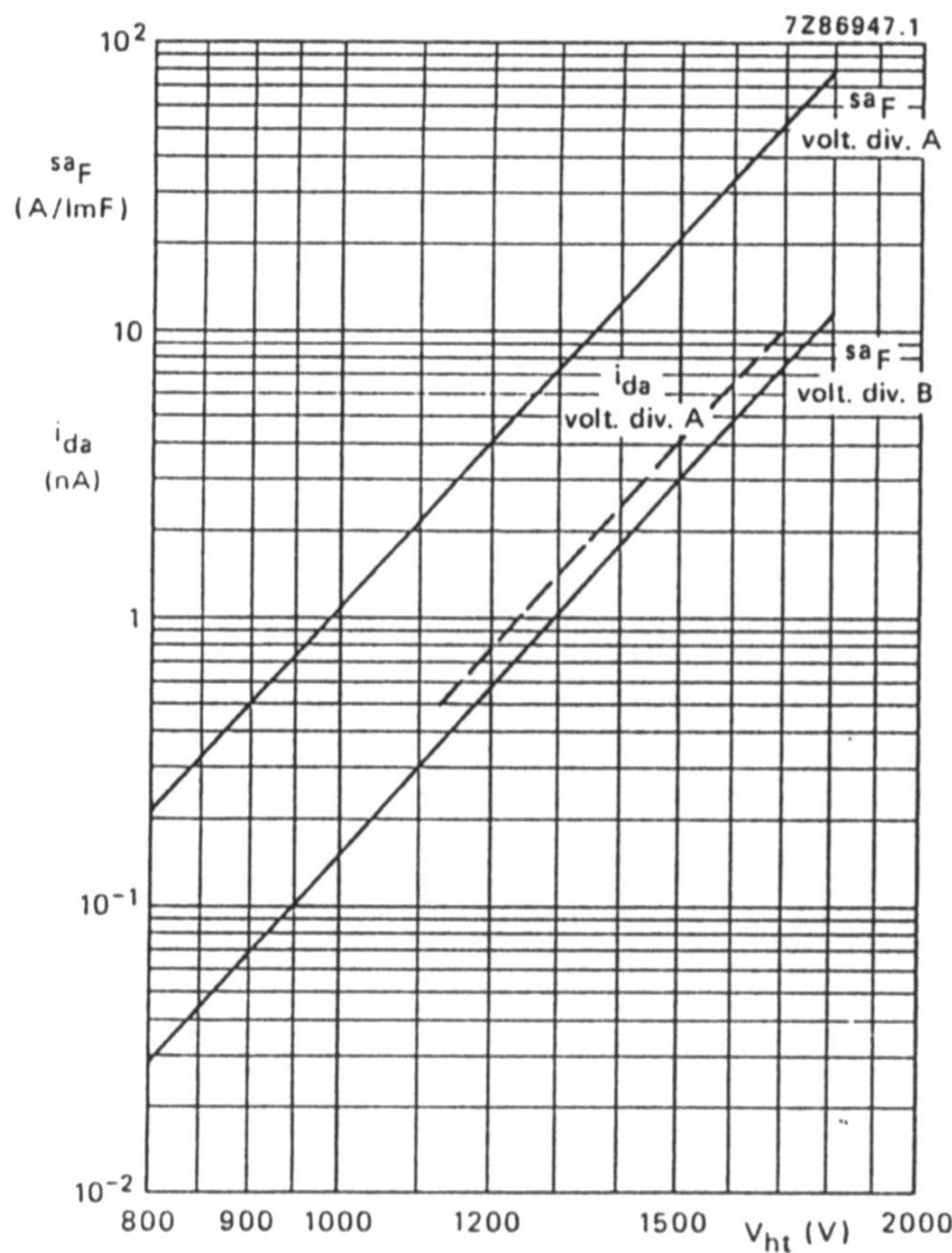


Fig. 8 Anode blue sensitivity, s_{aF} , and anode dark current i_{da} , as a function of supply voltage V_{ht} ; i_{da} is given as a dotted line to indicate its principle behaviour only.

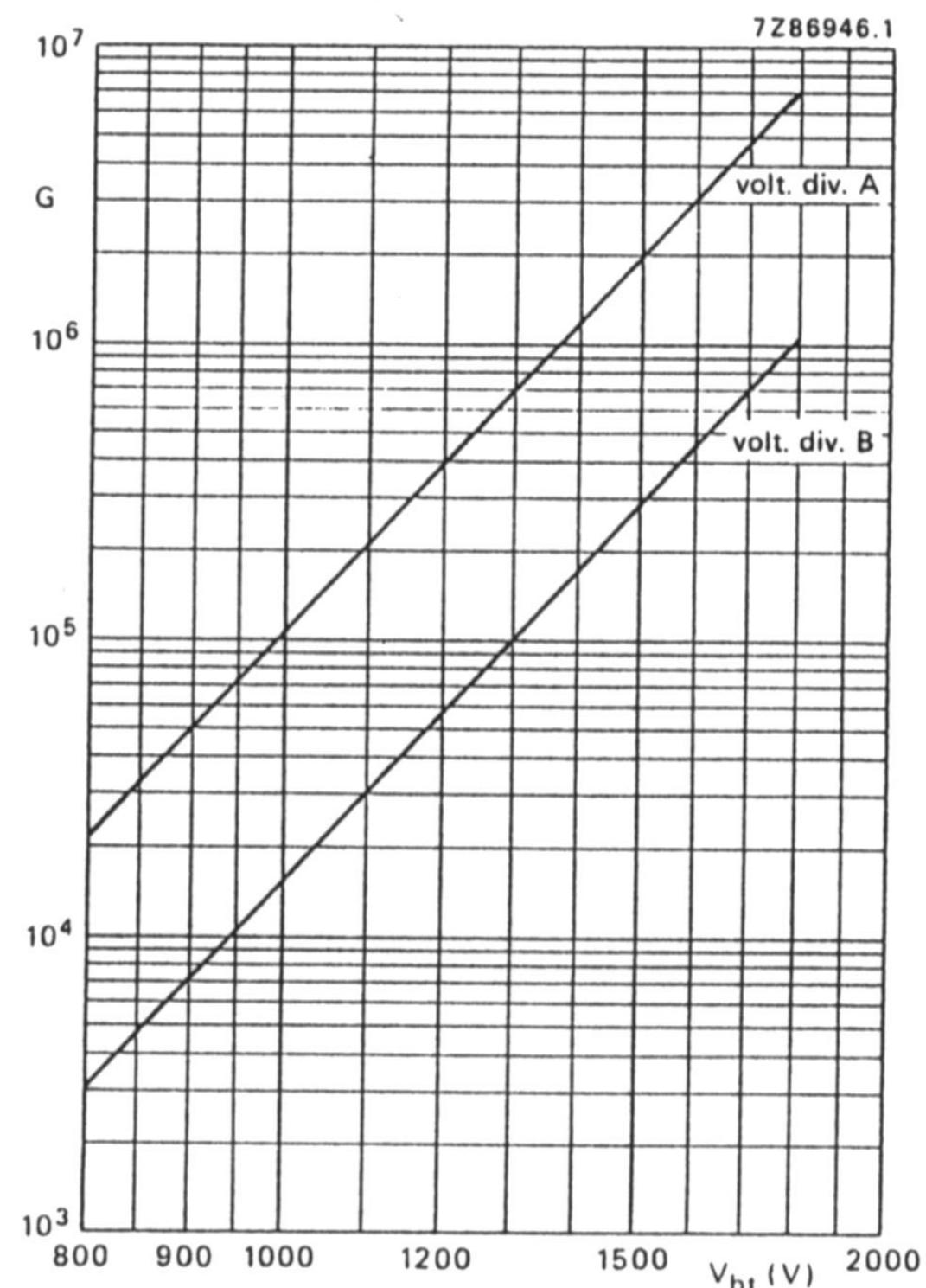


Fig. 9 Gain G as a function of supply voltage V_{ht} .

Logbook & Relazione

- ◆ Il logbook deve contenere la sequenza di operazioni, osservazioni e misure
 - ◆ sintetico, ma descrittivo
- ◆ La relazione deve essere scritta in modo tale che:
 - ◆ il lettore sia in grado di ripetere le misure riportate
 - ◆ il lettore capisca che abbiate capito il motivo della successione delle operazioni
 - ◆ se avete osservazioni, cose che non capite riportatele

Esperienza Preliminare

- ◆ Identificare il foto moltiplicatore connesso allo scintillatore posto più in alto del telescopio per raggi cosmici
 - ◆ A setup _spento_
 - ◆ Identificare il suo canale di alimentazione
 - ◆ Identificare il suo canale di lettura (connettore sul rack)

Esperienza Preliminare

- ◆ Accendere il rack NIM e l'oscilloscopio
- ◆ Collegare il canale 1 dell'oscilloscopio al fotomoltiplicatore prima identificato (usare una T ed una terminazione a 50 Ohm)
- ◆ Impostare l'oscilloscopio
 - ◆ Ch1 sensibilità verticale 20 mV / divisione
 - ◆ Scala dei tempi 20ns / divisione
 - ◆ Trigger: sorgente ch1, rampa negativa, soglia -40 mV, modo normale

Esperienza Preliminare

- ◆ Verificare che l'oscilloscopio non acquisisca
- ◆ Accendere il crate NIM e dare tensione gradualmente al fotomoltiplicatore identificato fin tanto che non si osservano impulsi all'oscilloscopio
 - ◆ Annotare la frequenza di trigger
 - ◆ Innalzare la tensione di alimentazione fin tanto che la frequenza di trigger non raggiunga ~ 100 Hz (mantenendosi comunque sotto le tensioni massime prescritte)
 - ◆ Misurare la frequenza di trigger al variare della soglia impostata sul trigger e farne un grafico

Esperienza Preliminare

- ◆ Quando la frequenza di trigger diventa bassa la lettura data dall'oscilloscopio perde accuratezza
- ◆ Sconnettere l'uscita del fotomoltiplicatore dall'oscilloscopio e connetterlo all'ingresso del discriminatore
- ◆ connettere il canale 1 dell'oscilloscopio al secondo connettore di ingresso del discriminatore
- ◆ verificare che il segnale si osservi ancora all'oscilloscopio

Esperienza Preliminare

- ◆ Visualizzare il canale 2 impostato a 200 mV / divisione
- ◆ Collegare il canale 2 dell'oscilloscopio all'uscita del discriminatore terminato su 50 Ohm
- ◆ Osservare il comportamento del segnale dal fotomoltiplicatore e del segnale discriminato
- ◆ Determinare il ritardo introdotto dalla catena cavo + discriminatore rispetto al segnale analogico
- ◆ Determinare il ritardo introdotto dal solo discriminatore rispetto al segnale analogico
- ◆ Variare DELICATAMENTE la tensione di soglia del discriminatore e la durata del segnale discriminato
- ◆ Impostare la durata del segnale discriminato su 50 ns
- ◆ Familiarizzare con il contatore NIM misurando la frequenza di trigger con la soglia del discriminatore impostata al valore di
-40 mV

Esperienza Preliminare

- ◆ Misurare il rate dei conteggi in singola a soglia fissata al variare della tensione di alimentazione (restando sempre sotto la tensione massima prescritta)
- ◆ Tornare alla tensione in cui la frequenza di trigger è ~ 100 Hz o meno
- ◆ Ripetere le procedure con i due fotomoltiplicatori posti immediatamente sotto il primo
- ◆ Prendere confidenza con l'unità di coincidenza

Esperienza Preliminare

- ◆ Connettere l'uscita dei discriminatori 1 & 2 agli ingressi dell'unità di coincidenza
- ◆ Osservare all'oscilloscopio il segnale in uscita dalla coincidenza (osservare sia l'uscita LIN che l'uscita OUT)
- ◆ Determinare il ritardo introdotto dall'unità di coincidenza
- ◆ Determinare il rate delle coincidenze doppie 1-2 2-3 1-3
- ◆ Determinare il rate delle coincidenze triple
- ◆ Dare una stima dell'efficienza dei singoli rivelatori

Esperienza Preliminare

- ◆ Per ciascun rivelatore (almeno per quello di mezzo) determinare l'efficienza in funzione della tensione di alimentazione
 - ◆ in particolare determinare il punto in cui l'efficienza si dimezza rispetto alle condizioni determinate alla slide 28

Esperienza Preliminare

- ◆ Sconnettere la terminazione a 50 ohm e connettere il cavo lungo arrotolato in dotazione
- ◆ Osservare la riflessione degli impulsi
 - ◆ Osservare come varia il pattern di riflessione inserendo una terminazione da 50 Ohm e 0 Ohm alla fine del cavo lungo
 - ◆ Determinare la lunghezza temporale del cavo
 - ◆ Stimare la lunghezza fisica del cavo
 - ◆ Stimare il coefficiente di attenuazione del cavo per unità di lunghezza

Opzional

Un Esempio Di Misura

- ◆ Soglia -30 mV, periodo di acquisizione 100 s, durata della coincidenza 20 ns
- ◆ PMT1 alimentato a 1400 V, PMT2 e PMT3 alimentati a 1500V

	Conteggi	Conteggi	Conteggi
Rate PMT1	13044	13114	13179
Rate PMT2	3062	2857	3096
Rate PMT3	10091	10391	10083
1 & 2 & 3	79	81	84
1 & 2		278	
1 & 3	292		
2 & 3			106

$$\varepsilon_2 = \frac{\#(1 \& 2 \& 3)}{\#(1 \& 3)} \sim 27 \% \quad \varepsilon_3 = \frac{\#(1 \& 2 \& 3)}{\#(1 \& 2)} \sim 29 \% \quad \varepsilon_1 = \frac{\#(1 \& 2 \& 3)}{\#(2 \& 3)} \sim 79 \%$$

Statistica Dei Conteggi

- ◆ Distribuzione del numero di conteggi in un intervallo di tempo fissato
- ◆ Distribuzione dell'intervallo di tempo fra conteggi successivi