

ereditatrice Giulia Duccia → 30 h, le restanti fatte dalla Professoressa Chiara Guazzoni

Della ricevimento via Golgi edificio 24

ORARI:

Lunedì 10,30 - 13,00. Una sola pausa.

Martedì 9,30 - 12,00. Una sola pausa.

Mercoledì 10,30 - 12,00. Nessuna pausa.

Sito ufficiale: <http://home.deib.polimi.it/guazzoni/fde/>

utili gli appunti delle lezioni

Erone con scritto e orale (esiste la possibilità che l'orale sia via Skype)

Si sono due prove in itinere.

2 appelli a Febbraio, 1 a Maggio e 1 a Settembre.

2 Appelli EXTRA: 1 straordinario per chi deve recuperare l'anno in concomitanza con il primo itinere, e il comune preappello in concomitanza con la seconda Itinere

La Prova consta di 10 domande, suddivise in 2,3 o 4 esercizi. Ogni domanda vale 1 punto.

La Prima prova si passa pure con 17 (se passa la seconda con 19 almeno)

L'orale incide per ± 5 punti.

- Non è necessario svolgere la prova orale ormai alla prova scritta, si può fare anche dopo. Però si può fare 1 solo orale.

PREREQUISITI:

- Leggi di Kirchoff
- Equivalenti di Thévenin e Norton
- Circuito di impedenza - Reti in regime sinusoidale
- Reti elementari in regime transitorio: circuiti RC e LR, risposta al gradino...

PROGRAMMA:

1) Sistemi elettronici

1.1 Segnali

1.2 richiami su Elettrotecnica

2) Dispositivi elettronici

2.1 Generalità dei semiconduttori: diodi, portatori

2.2 Diodo: Principio di funzionamento, caratteristiche statiche ideali, impiego come zaddrizzatore.

2.3 Transistor MOS

3) Elettronica digitale

- 3.1 Inverter CMOS
- 3.2 Porte logiche CMOS

4) Elettronica analogica

- 4.1 Transistor MOS

Prima prova in itinere

- 4.2 Stadi differenziali

- 4.3 Amplificatori operazionali

- 4.4 Realtà negativa

- 4.5 Circuiti con OAI per somma, differenza, integrazioni, la derivazione e il filtraggio di forme d'onda

5) Conversione analogica / Digitale

- 5.1 Generatore di campionamento

- 5.2 Sample & hold

- 5.3 Convertitori DAC

- 5.4 Convertitori ADC

INIZIO PROGRAMMA CORSO:

"elettronica" = Tecnologia di elaborazione delle informazioni basata sul trattamento dei segnali di tipo elettrico

ma anche

Scienza che si occupa dell'acquisizione, elaborazione e trasmissione dell'informazione con segnali elettromagnetici

ma anche (erogattutto)

"Scienza e tecnologia del controllo degli elettroni, intesa come studio del moto degli elettroni"

(Tronicamente, la miglior definizione è quella di Wikipedia)

(cercare Edward Fairstein)

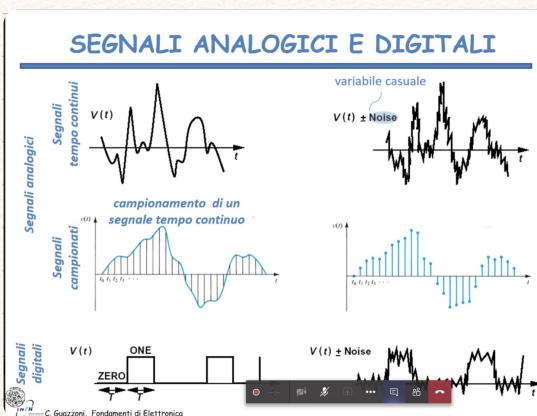
(cercare Sergio Lora)

SEGNALI ANALOGICI E DIGITALI:

"analogico" = (Deriva dal Greco) è "simile alla realtà", ovvero ha infiniti livelli di definizione (come nella realtà per i colori)

può assumere infiniti valori

Il segnale però ha anche del rumore, ed è importante capire come è distribuito il rumore



CENNI DI PROBABILITÀ STATISTICA:

σ = indice di dispersione

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

media, momento del 1° ordine

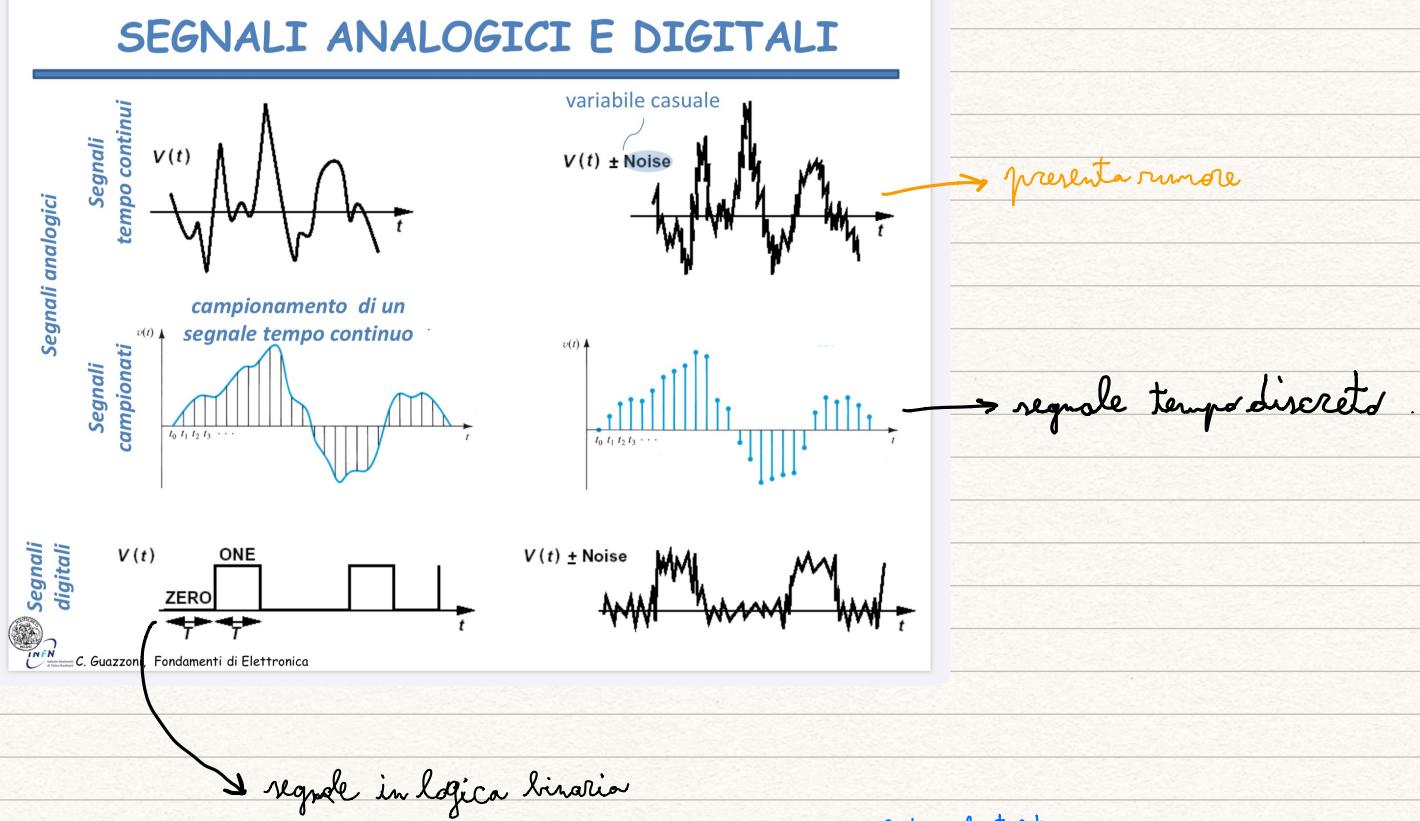
$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2$$

varianza, momento del 2° ordine

valore quadratico medio - "root mean square", r.m.s.) =

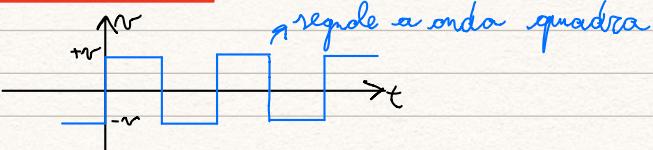
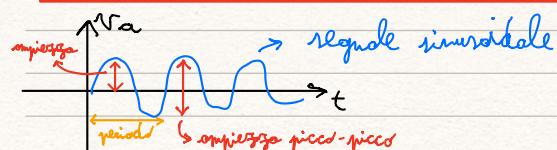
$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

SEGNALI ANALOGICI E DIGITALI



- Il vantaggio dei segnali digitali è la codifica del segnale, che lo rende più immune al rumore
- Il problema però è che il segnale è limitato dalla quantizzazione, sia dal numero non infinito di valori sia dall'errore di quantizzazione (dovuto alla riduzione della tensione)

SEGNALI NEL DOMINIO DELLE FREQUENZE:



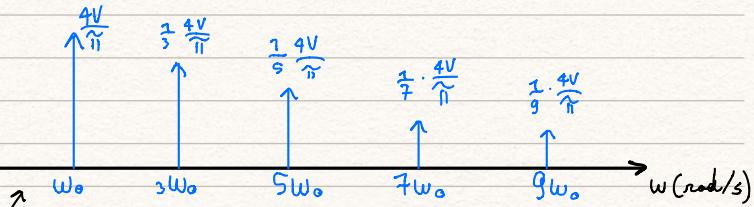
- frequenza = $\frac{1}{T}$

- pulsazione ondolare $\omega = 2\pi f$

Il valore medio è NULLO

serie di Fourier e spettro in frequenza

$$v(t) = \frac{4V}{\pi} \left[\sin(\omega_0 t) + \frac{1}{3} \sin(3\omega_0 t) + \frac{1}{5} \sin(5\omega_0 t) + \dots \right]$$



Il fronte sarà descritto dalle sinusoidi veloci

Valore medio in continuo = Valore in continuo

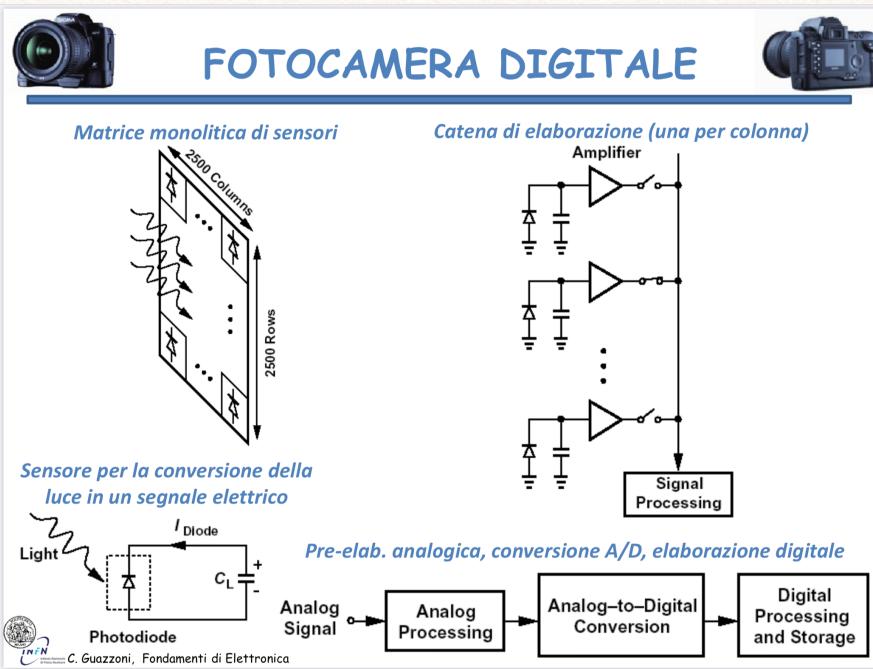
• All'aumentare del numero di armoniche migliora la definizione dei fronti dell'onda

• Se filtra le componenti ad alta frequenza perde la definizione dei fronti, se filtra le componenti a bassa frequenza perde il valor medio del mio segnale

banda di frequenza = è l'intervallo di frequenze in cui il mio segnale è significativamente diverso da zero

↓
banda di frequenza piatta = fronti d'onda infiniti

esempio pratico:



"pixel" = picture element

• La differenza di tensione ai capi dei foto diodi sono proporzionali alla quantità di luce

• 4 lenti: 1 per il rosso - 1 per il blu e 2 per il verde (poiché il nostro occhio è "il doppio più sensibile")

"attuatori" = corredano segnali elettrici in grandezze fisiche (cone, monitor, ...)

(cercare "rolling shutter" delle fotocamere)

RICHIAMO ALLE LEGGI DI KIRCHHOFF:

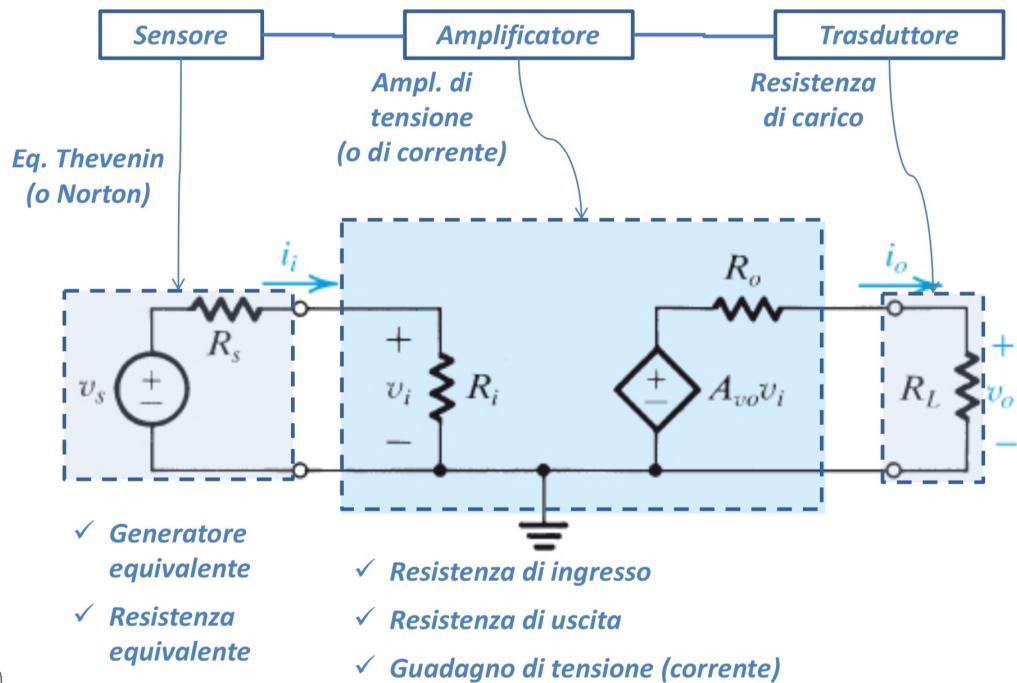
• Legge di Kirchhoff delle correnti: La somma di correnti entrate e uscenti da un nodo è 0
 ↓
 conservazione della corrente

(presogno minima)

• Legge di Kirchhoff delle tensioni:
 ↓
 conservazione della forza elettromotrice

CIRCUITI EQUIVALENTI:

CIRCUITO EQUIVALENTE

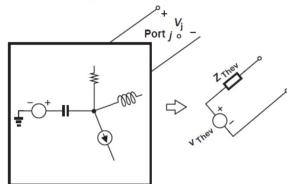


C. Guazzoni, Fondamenti di Elettronica

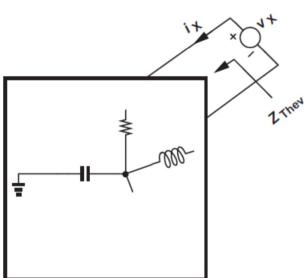
EQUIVALENTE THEVENIN E NORTON:

EQUIVALENTE THEVENIN E NORTON

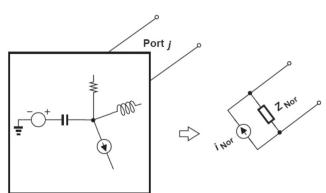
✓ Circuito Equivalente Thevenin



✓ Calcolo della resistenza equivalente



✓ Circuito Equivalente Norton



$$Z_{\text{Nor}} = Z_{\text{Thev}}$$

La rete è lineare
 poiché composta da componenti lineari



C. Guazzoni, Fondamenti di Elettronica

RICHIAMI A ELETTRONICA:

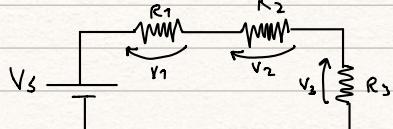
RESISTORI:

vale la legge di ohm: $v(t) = R \cdot i(t)$



I valori di resistenze soliti sono $\sim 100\Omega - 10k\Omega$

ESEMPIO DI CIRCUITO DA ELETTRONICA:



La corrente va dal - al +

$$V_3 = V_1 + V_2 + V_3 = R_1 I + R_2 I + R_3 I = I R_{TOT}$$

$$I = \frac{V_S}{R_{TOT}}$$

Se ci chiediamo quale sia la tensione ai capi di R_2 :

$$V_2 = I R_2 \rightarrow V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \cdot V_S$$

In generale: PARTITORE DI TENSIONE:

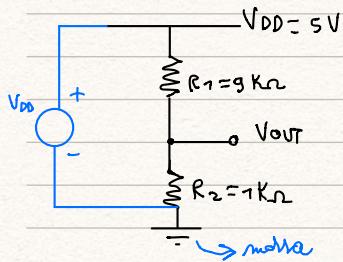
resistenza in cui si vogliono avere la tensione

$$V_X = \frac{R_X}{R_{TOT}} \cdot V_S \rightarrow \text{tensione totale}$$

Tensione che
vogliono conoscere

Resistenza totale (serie di tutte le resistenze)

ESEMPIO 2:



$$V_{OUT} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{DD} = \frac{1k}{10k} \cdot 5V = 0,5V$$

le due sono nella VDD esistono per ragioni storiche, e sono legate ai transistor

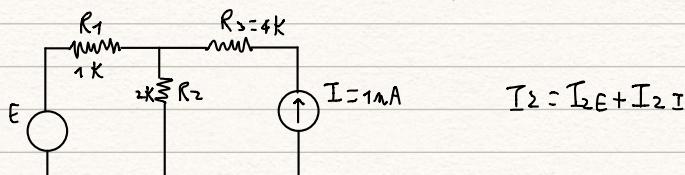
V_{SS} è tipicamente una tensione negativa, V_{DD} e V_{CC} sono tipicamente positive

PARTITORE DI CORRENTE:

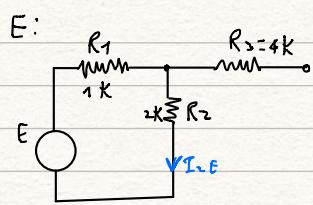
$$\frac{\text{resistenza in cui si vuole la tensione totale} = \text{resistenza desiderata}}{\text{resistenza totale}}$$

Il principio della sovrapposizione degli effetti vale solo per reti lineari

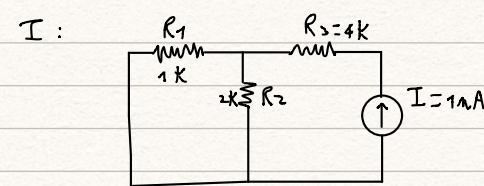
ESEMPIO DI SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI:



$$I_2 = I_1 + I_2$$



$$I_2 = \frac{E}{R_1 + R_2}$$



$$I_{2I} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I$$

$$I_2 = I_{2E} + I_{2I} = E \cdot \frac{1}{R_1 + R_2} + I \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$