ELETTRONICA - SISTEMI DIGITALI - ROBERTO RONCELLA

ROBERTO.RONCELLA@UNIPI.IT
RONCELLA.IET.UNIPI.IT

RICEVIMENTO: VIA CARUSO 16, PRIMO PIANO UFFICIO C1.2, GIOVEDÌ 9-12
IN PRESENZA o TEAMS, 30 MINUTI CIASCUNO PREVIO APPUNTAMENTO e-mail

MATERIALE:
- APPUNTI LEZIONE e DOCUMENTI PDF
- MATERIALE ONLINE DI "MICROCHIP"
- D.D. GIVONE, DIGITAL PRINCIPLES AND DESIGN, MC GRAW-HILL 1 ED 2003 CAP 3-8
- IDEM (APP. A DI QUELLO SOPRA)
- J. MILLMAN, A. GRABEL

ESAME DIGITALE: SCRITTO + ORALE
- SCRITTO: 5 ESERCIZI, 60+5 min, PASSO DA 17,5/18 IN SU (FINO A 33); ENTRO 6 MESI DALLO SCRITTO SUPERATO 210, FINO A 30
- ORALE: → VALIDO 1 ANNO PRIMA DI DARE L'ALTRO MODULO MA ANCHE DI PIÙ
- MEDIA TRA S e O
- ORALE PESA IL DOPPIO DI S

ESERCITAZIONE AL TERMINE DI OGNI ARGOMENTO PER "RECUPERO", TEAMS GIOVEDÌ 8.30 REGISTRATA!!!
OLTRE A QUELLE FATTE IN CLASSE

SISTEMA PER L'INFORMAZIONE:

INFORMAZIONE: RIFERIMENTO DI TIPO ANTROPOCENTRICO (CENTRATO SULL'UOMO) CHE RIGUARDA CIÒ CHE PUÒ ESSERE DETTO E PERCEPITO. PARTE DALL'ESSERE VIVENTE, DI TUTTO CIÒ CHE ELABORA INFORMAZIONI

POSSIBILITÀ DI DEFINIRE QUANTITATIVAMENTE L'INFORMAZIONE ATTRAVERSO QUANTI, CIOÈ bit, INFORMAZIONE RELATIVA A UNA SCELTA TRA POSSIBILITÀ EQUIPROBABILI
bit: 0 e 1

OGNI SCELTA COMPLESSA PUÒ ESSERE PONDERATA A PIÙ SCELTE SEMPLICI/ELEMENTARI
UN EVENTO PUÒ ESSERE VISTO COME SUCCESSIONE DI AZIONI ELEMENTARI

ALL'INIZIO L'INFORMAZIONE ERA SUPPORTATA DA VETTORI ANALOGICI
(SEGNALI e GRANDEZZE CONTINUI $f(t)$ f CONTINUA e t CONTINUA)

LA GRANDEZZA ANALOGICA È IN REALTÀ SOVRAPPOSTA A QUELLA TECNICA E TROVERÒ SEMPRE UN ALTRO SEGNALE, IL RUMORE

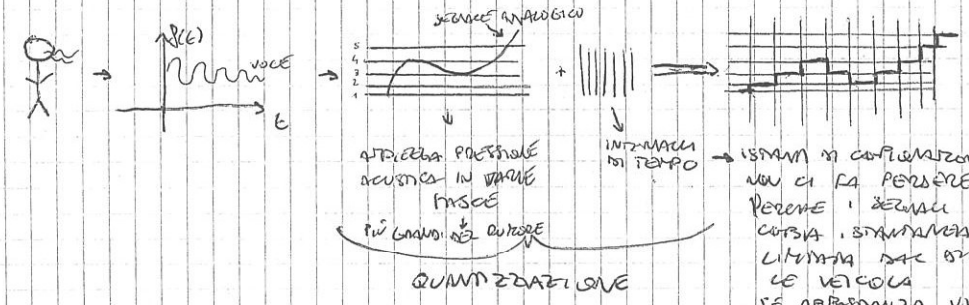
UTILE + RUMORE = ANALOGICO

ES. CON GLI ELETTRONI NON POSSO CALCOLARE ESATTO LA SUA CARICA A CAUSA DEL RUMORE DATO DALLE PARTICELLE

DIVENTA LIMITANTE IN QUANTO QUANDO SI HA UN'AMPIEZZA DEL SEGNALE SIMILE A QUELLO DEL RUMORE SI PERDE L'INFORMAZIONE
LA MAX QUANTITÀ DI INFORMAZIONE CHE SI PUÒ MISURARE È FINITA, O COMUNICARE ATTRAVERSO UN CANALE FISICO A CAUSA DEL RUMORE

IL NUMERO DI SCELTE QUINDI È LIMITATO A CAUSA DEL LIMITE TEORICO DI SHANNON E QUANDO SI VA A CONVERTIRE L'INFORMAZIONE IN UN CALCOLATORE DIGITALE DATO DA SIMBOLI CHE RENDE IL "LIMITE" ILLIMITATO

IL SEGNALE ANALOGICO VIENE QUANTIZZATO TRASFORMANDOLO IN UN QUADRETTO FINTO CHE FA DA SUPPORTO ALL'INFORMAZIONE



→ ISTANTI DI CAMPIONAMENTO NON CI FA PERDERE INFORMAZIONE PERCHÉ I SEGNALI FISICI NON CAMBIA ISTANTANEAMENTE MA È LIMITATA DAL DISPOSITIVO CHE LE VEICOLA
SÉ ABBASTANZA VICINE RIESCO A RACCOGLIERE TUTTA L'INFORMAZ. TEOREMA DI NAIKIS

IN UN SISTEMA DIGITALE CON FASI E ISTANTE PRESI IN MODO TALE SI RIUSCIRÀ AD AVERE L'INFORMAZIONE COMPLETA

BISOGNA QUANTIZZARE A UN NUMERO CHE NON SUPERA I LIMITI DEL FINALE

≈ 40 MILA Hz BASTANO PER ASCOLTARE BENE LA MUSICA

RAPPRESENTAZIONE DI NUMERI (TIPO POSIZIONALE)

NOTAZIONE POSIZIONALE IN BASE $B(>1)$ $\quad B \in \mathbb{N}$

SI USANO DIVERSE CIFRE APPARTENENTI DI UN ALFABETO DI B SIMBOLI

$B=2$: 0, 1
$B=10$: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
$B=16$: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

A OGNI CIFRA È ASSOCIATO UN PESO DA DX VERSO SX, PESO DATO DA UNA POTENZA CRESCENTE PARTENDO DA 0

QUESTA RAPPRESENTAZIONE RISULTA PER I NUMERI NATURALI È UNIVOCA

n CIFRE : $d_{n-1} \cdots d_1 d_0 = \underbrace{B^{n-1} d_{n-1}}_{\text{PIÙ SIGNIFICATIVA}}, \cdots, B^1 d_1, \underbrace{d_0}_{\text{MENO SIGNIFICATIVA}}$

$0 \le d_i \le B-1$

NEI SISTEMI DIGITALI SI UTILIZZA LA BASE 2 o la 16

LA NOTAZIONE POSIZIONALE PERMETTE FACILMENTE LE OPERAZIONI ALGEBRICHE ELEMENTARI (SOMMA, DIFFERENZA, PRODOTTO) IN QUALUNQUE BASE
STESSA POSIZIONE = STESSO PESO

* **Somma**

b2 : B $\quad 128 b_7 + 64 b_6 + 32 b_5 + 16 b_4 + 8 b_3 + 4 b_2 + 2 b_1 + b_0$
+
C $\quad 128 c_7 + 64 c_6 + 32 c_5 + 16 c_4 + 8 c_3 + 4 c_2 + 2 c_1 + c_0$

$R_2 \quad R_1$

$R_8 \quad 128 |b_7 + c_7 + R_7|_2 \cdots + 2 |b_1 + c_1 + R_1|_2 + |b_0 + c_0|_2$

$0+0=0$
$0+1=1$
$1+0=1$
$1+1=0$ CON RIPORTO DI 1 (POICHÉ FA 2, QUINDI AUMENTA DI PESO) => CARRY

$b_0 + c_0 = |b_0 + c_0|_2 + R_1$

AL MASSIMO RIPORTO DI 1 E NON FACCIO MAI SFORARE LA CIFRA SUCCESSIVA

CON 8 bit RAPPRESENTO $\quad 256 - 1 = 255 \quad \Rightarrow 2^8 - 1 \Rightarrow 2^n - 1$

* **DIFFERENZA**

$0-0=0$
$0-1=1$ MA PRENDENDO 1 DALLA CIFRA PIÙ SIGNIFICATIVA DOPO $\neq 0$ => BORROW
$1-0=1$
$1-1=0$

* **MOLTIPLICAZIONE**

B $\quad (8b_3 + 4b_2 + 2b_1 + b_0) \times$
C $\quad (8c_3 + 4c_2 + 2c_1 + c_0)$

$8c_0b_3 \quad 4c_0b_2 \quad 2c_0b_1 \quad c_0b_0 \quad +$
$16c_1b_3 \quad 8c_1b_2 \quad 4c_1b_1 \quad 2c_1b_0 \quad / \quad +$
$32c_2b_3 \quad 16c_2b_2 \quad 8c_2b_1 \quad 4c_2b_0 \quad / \quad / \quad +$
$64c_3b_3 \quad 32c_3b_2 \quad 16c_3b_1 \quad 8c_3b_0 \quad / \quad / \quad / \quad +$

$0 \cdot 0 = 0$
$0 \cdot 1 = 0$
$1 \cdot 0 = 0$
$1 \cdot 1 = 1$

$R_2 + 64(c_3b_3 + R_6)$

SE SO LA TABELLA PITAGORICA PER OGNI BASE RIESCO A FARE QUESTE OPERAZIONI

RISULTATO FINALE DELLA MOLTIPLICAZIONE $= (2^n-1)\cdot(2^n-1) + 2(2^n-1)$

$= 2^{2n} - 1$ MASSIMO VALORE RAPPRESENTABILE DALLA MOLTIPLICAZIONE

PASSAGGIO DI BASE

→ DA BASE 2 A BASE 10 = CALCOLO DI UN POLINOMIO

1 0 0 1 1 0 0 1 = 128 + 16 + 8 + 1 = 153
128 64 32 16 8 4 2 1

→ OPPURE CON L'ALGORITMO DI HORNER

1 0 0 1 1 0 0 1

0 · 2 + 1 = 1
1 · 2 + 0 = 2
2 · 2 + 0 = 4
4 · 2 + 1 = 9
9 · 2 + 1 = 19
19 · 2 + 0 = 38
38 · 2 + 0 = 76
76 · 2 + 1 = 153

DA BASE A BASE : → q_B = DIVISIONE INTERA PER B = QUOZIENTE
→ $|\ |_B$ = MODULO B = RESTO

→ $X = q_B \cdot B + |X|_B$ X = NUMERO QUALUNQUE

DA 10 A 2 =>

153 : 2	2 | 1 b_0
76	0 b_1
38	0 b_2
19	1 b_3
9	1 b_4
4	0 b_5
2	0 b_6
1	1 b_7
0	→ = 1 0 0 1 1 0 0 1

DIVISIONE E MODULO SONO ITERATIVE, LA DIVISIONE SCALA DI UNA POSIZIONE IL PESO (SCALA A SINISTRA, QUINDI 4 DIVENTA 2)

BASE 16

IMPORTANTE E DIFFUSA NELL'USO DI SISTEMI DIGITALI

BASE 10 SCRIVO NORMALMENTE es. 138
BASE 2 PREFISSO 0b SUFFISSO es. 0b10011001
...
BASE 16 PREFISSO 0x SUFFISSO es. 0x ABCD031

BASE 16 È POTENZA ESATTA DI BASE 2, CIÒ RENDE IL PASSAGGIO 2-16 E 16-2 FACILE E VELOCE

A B C D 0 3 1
$16 = 2^4$ => |1 0 1 0|1 0 1 1|1 1 0 0|1 1 0 1|0 0 0 0|0 0 1 1|0 0 0 1|

153 IN ESADECIMALE => $153 \xrightarrow{2} 0b10011001$

$0b10011001 \xrightarrow{16} |1001|1001| = 0x99$

MODULO (RESTO DELLA DIVISIONE PER n)

si può sempre scrivere $\Rightarrow x = n q_x + r_x$ | $a = n q_a + r_a$ | $b = n q_b + r_b$

- q_x: quoziente intero $\frac{x}{n}$
- r_x: resto della divisione $(x \bmod n)$

PROPRIETÀ:

* $|a+b|_n = |\,|a|_n + |b|_n\,|_n \Rightarrow |\underbrace{n(q_a+q_b)}_{\text{multiplo di } n} + r_a + r_b|_n = |r_a + r_b|_n$

* $|a \cdot b|_n = |r_a \cdot r_b|_n = |\,|a|_n \cdot |b|_n\,|_n$

=> IL CALCOLO DI UN SEQUENZIO (MODULO n) POSSIAMO PRIMA FARE TUTTI I RESTI DEI SINGOLI ADDENDI/COEFFICIENTI E POI FARE MODULO n (PIÙ SEMPLICE E VELOCE)

IN GENERALE POSSIAMO ANCHE FARE $|a \cdot b|_n = |a \cdot |b|_n\,|_n$ SEMPRE VERO (?)

1383262938 MODULO 9?

$|1383262938|_9 = 8 + 3 \cdot 10 + 9 \cdot 10^2 + \dots + 1 \cdot 10^9$

$8 + 3 \cdot \underbrace{|10|_9}_{1} + 9 \cdot \underbrace{|10^2|_9}_{1} \dots =$ OPPURE TOLGO QUELLI CHE MI FANNO 9

$1+8=9$
$9=9$
$3+2+4=9$

$3+2+3+8$ SONO I RESTANTI

$|16|_9 = 7$!!

* $|a^k|_n = |r_a{}^k|_n$ PER QUANTO VISTO SOPRA

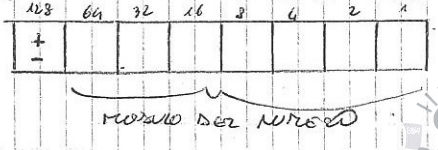
* $||a|_n|_n = |a|_n = r_a$

* $|n^x|_n = 0 \quad \forall x \in \mathbb{N} \Rightarrow n^x =$ MULTIPLO DI n!

NUMERI NEGATIVI

SI RAPPRESENTANO IN MACCHINA IN 2 MODI:

* MODULO E SEGNO: UN BIT RICORDA IL SEGNO E BASTA $0 = +$, $1 = -$



DIFETTO: CON SOMMA/DIFFERENZA PUÒ GENERARE PROBLEMI DI OVERFLOW E/O DI "CAMBIO SEGNO"

* COMPLEMENTO A 2: USIAMO I PESI DEI 7 BIT MENO 8 BIT E DEL BIT PIÙ SIGNIFICATIVO PESO NEGATIVO ($128 \Rightarrow -128$), (PESI: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, -128)
SE IL NUMERO È POSITIVO ANCHE LI 0, SE ANCHE UN NUMERO NEGATIVO MI SICURA IL SEGNO IN POSITIVO

MODULO E SEGNO: $[-127, 127]$ MA CON DOPPIA RAPPRESENTAZIONE DELLO 0 (+0 e −0)

COMPLEMENTO A 2: $[-128, 127]$ RAPPRESENTA TUTTI I NUMERI UNA SOLA VOLTA INFATTI È QUELLO PIÙ USATO

es. -38 in C2?

$-38 = -128 + 90$ $\Rightarrow 0b\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0$ (1: -128; $0\,1\,0\,1\,1\,0$: 90)

$-38 + 128 = -38 + 127 + 1$

$$\begin{array}{rl} & 1\,1\,1\,1\,1\,1\,1 \quad -127 \\ 0b & 0\,1\,0\,0\,1\,1\,0 \quad =38 \\ \hline & 1\,0\,1\,1\,0\,0\,1 + \\ & \qquad\qquad 1 \\ \hline & 1\,0\,1\,1\,0\,1\,0 \end{array}$$

RAPPRESENTAZIONE DI DECIMALI IN MACCHINA BINARIA SENZA CONVERTIRE LA BASE

SI USA LA BCD, UNO DEI MODI PIÙ DIFFUSI $\Rightarrow$ SERVONO 4 b.i.t PER OGNI CIFRA

$3942 = |0011|1001|0100|0010|$ 16 b.i.t

↳ 2^{16} VALORI = SI CONSUMA SPAZIO INUTILMENTE PERÒ SI USA $\frac{1}{10}$ DEI POSSIBILI

OPERAZIONI UN PÒ PIÙ COMPLICATE

IN PIÙ POSSO RAPPRESENTARE 1001 FINO A 9! 1100 NON È VALIDO

CARATTERI

SI USA UNA RAPPRESENTAZIONE TABELLARE A 7/8 b.i.t : LA ASCII

IN QUESTA TABELLA RITROVO: ALFABETO INGLESE IN MAIUSCOLE E MINUSCOLE, NUMERI, SEGNI DI PUNTEGGIATURA, CARATTERI GRAFICI, SIMBOLI DELLE OPERAZIONI E CARATTERI DI CONTROLLO

È IL MODO PIÙ DIFFUSO IN CUI SI CODIFICANO I TESTI

ALGEBRA DI BOOLE DI GEORGE BOOLE

È L'ALGEBRA DELLA LOGICA, SISTEMA MATEMATICO FORMALE UTILE PER MODELLARE PROCESSI LOGICI...

CICLICHE: INSIEME DI ELEMENTI E OPERAZIONI, GRUPPO DI POSTULATI (COERENTI E INDIPENDENTI) E REGOLE DI DEDUZIONE PER DIMOSTRARE I TEOREMI (PROPRIETÀ DI FORMALIZZARE UN PROCESSO LOGICO)

È UNA COSTRUZIONE ASTRATTA CHE SI ADATTA BENE ALLA LOGICA CLASSICA PROPOSIZIONALE (PROPOSIZIONI, $\in, 0 \ldots$)

- REGOLE DI DEDUZIONE

SI PARTE DAI POSTULATI/ASSIOMI (ACCETTATI COME EVIDENTI SENZA DIMOSTRAZIONE)
SI COSTRUISCONO TEOREMI PARTENDO DAI POSTULATI ATTRAVERSO UGUAGLIANZE LEGATE LA RELAZIONE DI EQUIVALENZA GODE DI:

- RIFLESSIVA
- SIMMETRICA
- TRANSITIVA

REALIZZO DI UNA PALESTRA SCELTA DI POSTULATI: COERENZA E INDIPENDENZA
NON I POSTULATI SEVIRA LA RIDONDANZA.

POSTULATI DI HUNTINGTON

DATO L'INSIEME B DOTATO DI ELEMENTI DISTINTI ASSUMIAMO 6 POSTULATI BASATI SULLE OPERAZIONI DI $+$ e $\cdot$ (SOMMA E PRODOTTO LOGICI)

P1) CHIUSURA: $\forall x,y \in B \rightarrow x+y \in B$ / $x \cdot y \in B$

P2) ESISTENZA DI ELEMENTI NEUTRI: $\forall x \in B \rightarrow x+0 = 0+x = x$ (0 E.N DELLA SOMMA) / $x \cdot 1 = 1 \cdot x = x$ (1 E.N DEL PRODOTTO)

P3) COMMUTATIVITÀ: $\forall x,y \in B \rightarrow x+y = y+x$ / $x \cdot y = y \cdot x$

P4) DISTRIBUTIVITÀ RECIPROCA: $\forall x,y,z \in B \rightarrow x+(y \cdot z) = (x+y) \cdot (x+z)$ / $x \cdot (y+z) = (x \cdot y) + (x \cdot z)$