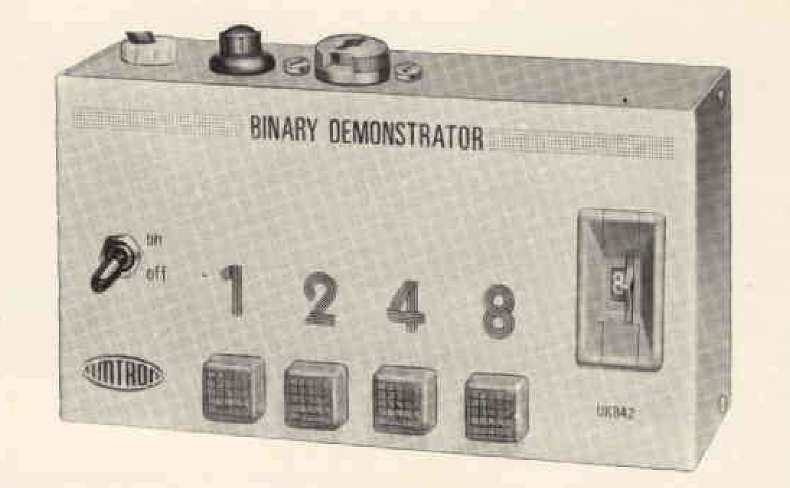
## CARATTERISTICHE TECNICHE

| | |
|---|---|
| Tensioni di alimentazione: | 115 - 220 - 250 V |
| Frequenza di rete: | 50-60 Hz |
| Tensione secondaria: | 9 V 0,5 A |
| Fusibile: | 0,2 A |
| Dimensioni: | 145x85x60 mm |
| Peso: | 450 g |




UK 842

# BINARY DEMONSTRATOR

**L'UK 842 è un semplice apparecchio atto ad insegnare a contare per due anziché per dieci.**
**Rappresenta un primo approccio all'affascinante aritmetica binaria che costituisce la base operativa di tutti i calcolatori elettronici e dei grandi sistemi automatizzati.**
**Mediante l'accensione di quattro lampadine e la manovra di un commutatore mostra la corrispondenza di ciascuna cifra del sistema decimale alla medesima scritta in codice B.C.D.**
**La rappresentazione visiva è utile per esercitarsi a riconoscere le cifre binarie come se esse fossero quelle a cui siamo da sempre abituati.**
**Contenuto in una pratica scatoletta metallica è facilmente trasportabile e funziona con alimentazione dalla rete.**

Forse pochi si soffermano a pensare che il sistema di numerazione che noi usiamo da tempi molto remoti, ed a cui siamo così abituati, non è nè l'unico nè il migliore possibile.

L'origine del sistema decimale infatti risiede nel fatto che l'uomo primitivo, spinto dalla necessità di dover contare degli oggetti o degli animali, non ha trovato di meglio che usare le dita della mano come computer. Ora, siccome le dita della mano sono dieci, ecco spiegata l'origine della numerazione decimale. Il sistema decimale non è il migliore possibile, è difficilmente meccanizzabile, ed in definitiva frena il progresso.

Il grande sviluppo avvenuto in questi ultimi tempi del calcolo automatico, ha richiesto l'adozione di un altro sistema di numerazione più adatto alle macchine, anche se per l'uomo non pratico di queste cose, risulta di difficile comprensione.

In queste righe vogliamo invece dimostrare che il sistema di numerazione binario è facilissimo. Cominceremo con un paragone preso a prestito dalla fantascienza. Supponiamo che in un lontano pianeta abitino esseri con due sole dita. Questi con molta probabilità sarebbero sin dall'inizio della loro civiltà abituati a contare nel sistema binario, ed il loro progresso scientifico avrebbe potuto essere incomparabilmente più rapido del nostro, in quanto sul nostro passato pesano secoli di uso del sistema decimale, complesso e poco pratico.

Tanto per cominciare noi abbiamo bisogno di ben dieci simboli diversi per impostare qualsiasi calcolo. Nel sistema binario i simboli di base sono soltanto due. Però siamo tanto abituati ed affezionati al vecchio sistema, che per poter introdurre o ricavare dati dalle macchine che usano il comodo sistema binario, abbiamo bisogno di impostare i dati e di leggere i risultati nel sistema decimale: questa necessità richiede complessi sistemi di codificazione e di decodifica, che potrebbero essere assolutamente omessi se non fossimo abituati a contare in un determinato modo.

Il sistema decimale non è l'unico: infatti la base della numerazione può essere un numero qualsiasi e non necessariamente il dieci.

Ora però si impone di fare quattro chiacchiere sui sistemi di numerazione in generale.

Cominceremo a spiegare il sistema decimale, che è quello a cui siamo stati abituati sin dai banchi della scuola elementare.

Nel sistema decimale un insieme di dieci unità di un dato ordine costituisce una unità di ordine superiore. Vale a dire, per esempio, dieci mele costituiscono una **decina** di mele, venti mele costituiscono **due** decine di mele, trenta decine di mele costituiscono **tre** centinaia di mele e così via.

Sappiamo che qualsiasi numero elevato alla potenza zero è sempre uguale ad uno, elevato alla potenza uno è uguale a se stesso. Moltiplicando il suddetto numero per se stesso un numero n di volte, significa elevare il numero alla potenza ennesima.

Ora supponiamo di scrivere un numero nel modo a noi ben noto:

4637

Potremo dire che questo numero è formato da:

7 unità

3 decine

6 centinaia

4 migliaia

Potremo ottenere lo stesso numero facendo la somma dei seguenti quattro addendi:

$$(7x1) + (3x10) + (6x100) + (4x1000) = 4637$$

I numeri 1, 10, 100, 1000 che compaiono come fattori, non sono altro che le successive potenze di dieci. Potremo quindi ottenere qualsiasi numero che vogliamo moltiplicando i dieci segni di base della numerazione araba, per la successione delle potenze di dieci.

Lo stesso numero si potrà perciò scrivere:

$$(7x1^0) + (3x10^1) + (6x10^2) + (4x10^3) = 4637$$

Per ottenere lo stesso totale di 4637 oggetti, potremo usare un numero n qualsiasi di segni diversi come base, e moltiplicarli per le successive potenze di n.

Ora se scegliamo per n il valore 2, avremo lo stesso numero scritto nel sistema binario.

Supponiamo ora di voler scrivere il nostro numero nel sistema binario. Tale processo si chiama codificazione (in inglese «encoding»).

Il processo da seguire sarà il seguente:

Il numero da codificare subirà una serie di successive divisioni per due:

4637 : 2 = 2318 col resto di 1
2318 : 2 = 1159 col resto di 0
1159 : 2 = 579 col resto di 1
579 : 2 = 289 col resto di 1
289 : 2 = 144 col resto di 1
144 : 2 = 72 col resto di 0
72 : 2 = 36 col resto di 0
36 : 2 = 18 col resto di 0
18 : 2 = 9 col resto di 0
9 : 2 = 4 col resto di 1
4 : 2 = 2 col resto di 0
2 : 2 = 1 col resto di 0

Ora scriviamo il numero 4637 nel sistema binario, tenendo presente che la cifra di maggior valore, starà all'estrema sinistra, esattamente come nel sistema decimale, e ciò per pura convenzione. La cifra di maggior valore sarà il quoziente dell'ultima divisione.

Quindi il numero decimale 4637 sarà equivalente al numero 1001000011101 nel sistema binario.

Per scrivere quindi lo stesso numero avremo bisogno di 13 segni scelti tra i due simboli fondamentali, anziché di 4 segni scelti tra i 10 fondamentali. Questo sembra una complicazione, ma vedremo più tardi che questo non è vero.

Per mostrare la corrispondenza tra i due sistemi, faremo lo stesso lavoro che prima abbiamo fatto per scrivere il numero nel sistema decimale, ossia faremo la somma dei prodotti dei simboli di base per le successive potenze di 2. Alla fine otterremo di nuovo il numero da cui siamo partiti. Tale operazione si chiama decodifica (in inglese «decoding»).

Potremo scrivere la seguente serie di operazioni, partendo da destra:

$1 \times 2^0 = 1 \times 1 = 1$
$0 \times 2^1 = 0 \times 2 = 0$
$1 \times 2^2 = 1 \times 4 = 4$
$1 \times 2^3 = 1 \times 8 = 8$
$1 \times 2^4 = 1 \times 16 = 16$
$0 \times 2^5 = 0 \times 32 = 0$
$0 \times 2^6 = 0 \times 64 = 0$
$0 \times 2^7 = 0 \times 128 = 0$
$0 \times 2^8 = 0 \times 256 = 0$
$1 \times 2^9 = 1 \times 512 = 512$
$0 \times 2^{10} = 0 \times 1024 = 0$
$0 \times 2^{11} = 0 \times 2048 = 0$
$1 \times 2^{12} = 1 \times 4096 = 4096$

Totale 4637

Quello che finora abbiamo spiegato è il sistema binario puro, ossia quello che avrebbe potuto sviluppare un essere che non avesse mai preso in considerazione un sistema in altra base.

I due simboli 0 ed 1 della numerazione si chiamano Bit (dall'inglese «binary digit» ossia cifra binaria). I valori delle potenze di due per cui i bit vengono moltiplicati si chiamano «pesi» ed a ogni posizione del bit nel numero corrisponde un determinato peso, a cominciare da destra.

Noi però siamo ancora condizionati dal sistema decimale, e lo saremo ancora per un bel po' di secoli. Il sistema binario puro quindi, risulta di difficile maneggio per l'uomo. Si sono dovuti trovare dei sistemi più adatti ad essere trasformati in decimali, anche a costo di perdere una buona percentuale di possibilità di informazione.

Per esprimere in codice binario tutte le cifre da 0 a 9, avremo bisogno di almeno quattro bit. Infatti con tre bit le combinazioni possibili sono appena otto.

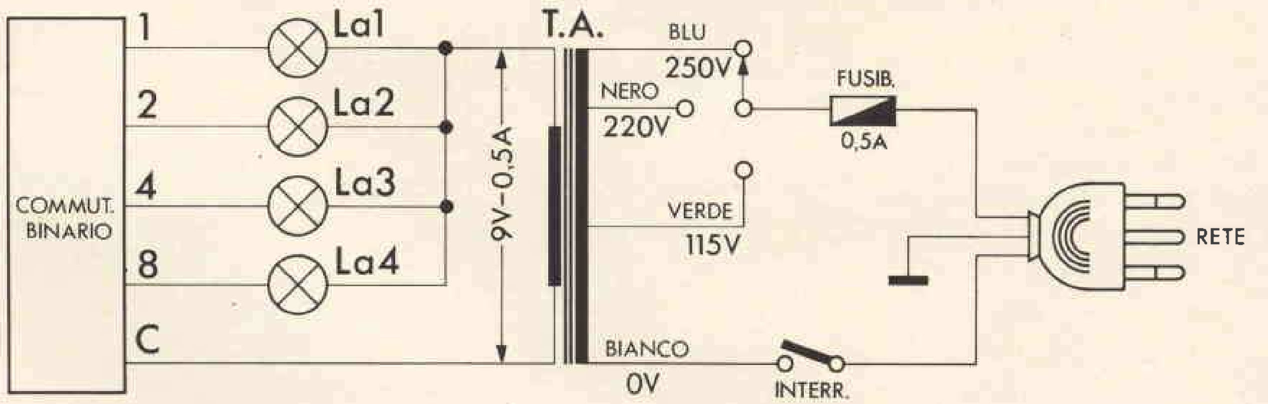



*Fig. 1 - Schema elettrico.*

Con quattro bit avremo invece la possibilità di combinare i due segni in sedici modi diversi. Siccome a noi ne occorrono solo 10, i rimanenti sei li buttiamo disinvoltamente via.

I quattro bit avranno i seguenti pesi:

$2^0 = 1, \; 2^1 = 2, \; 2^2 = 4, \; 2^3 = 8$

Di norma in questo codice il bit di peso maggiore sta a destra. Il codice si chiama B.C.D. (Binary coded decimal) oppure codice 1248.

Ad ogni cifra di un numero scritto nel sistema decimale corrisponderà un gruppo di 4 bit, ciascuno dei quali avrà il valore corrispondente al suo peso. Il nostro solito numero 4637 scritto in B.C.D. apparirà come segue:

0010 0110 1100 1110

e sarà di 16 bit anziché di 13 come necessario per scriverlo in binario puro.

Potremo definirlo con la seguente serie di operazioni:

$$10^3(2^0x0+2^1x0+2^2x1+2^3x0) = 4x10^3 = 4000$$

$$10^2(2^0x0+2^1x1+2^2x1+2^3x0) = 6x10^2 = 600$$

$$10^1(2^0x1+2^1x1+2^2x0+2^3x0) = 3x10^1 = 30$$

$$10^0(2^0x1+2^1x1+2^2x1+2^3x0) = 7x10^0 = 7$$

Totale 4637

Naturalmente non esiste soltanto questo sistema di codifica delle cifre decimali, anche se, come vedremo in seguito, è il più comodo da applicare nei cosiddetti contatori. Per altre applicazioni si usano altri codici, ciascuno comodo per una determinata applicazione. In pratica le sedici possibili combinazioni a quattro a quattro dei due stati logici, possono ciascuna servire per designare uno dei dieci simboli del sistema decimale.

Ora ci domanderemo perché si è scelto proprio il sistema binario tra i vari possibili. La risposta è semplice. Supponiamo di dover usare la corrente elettrica come mezzo ausiliario di calcolo (teniamo presente il pallottoliere come ausiliario di calcolo per il sistema decimale). Se volessimo usare il sistema decimale dovremmo possedere un aggeggio capace di assumere dieci stati elettrici completamente diversi e ben distinguibili, ed operare i nostri calcoli manipolando in vario modo questi dieci stati. La cosa non è impossibile, ma molto macchinosa, ed è usata solo in certi determinati casi, quando l'uso del sistema decimale è necessario, come nelle codifiche e nelle decodifiche. Ma per tutto il lavoro di calcolo, si è pensato di scegliere un sistema più semplice. Ora l'apparecchio elettrico più semplice è l'interruttore. L'interruttore può essere sistemato in due diversi modi: aperto e chiuso. Ora se chiamiamo 0 lo stato di apertura dell'interruttore ed 1 lo stato di chiusura, avremo un apparecchio capace di svolgere qualsiasi calcolo col sistema binario. Notare che la designazione degli stati logici dell'interruttore è puramente convenzionale. Una designazione invertita è pure usata nella cosiddetta logica negativa.

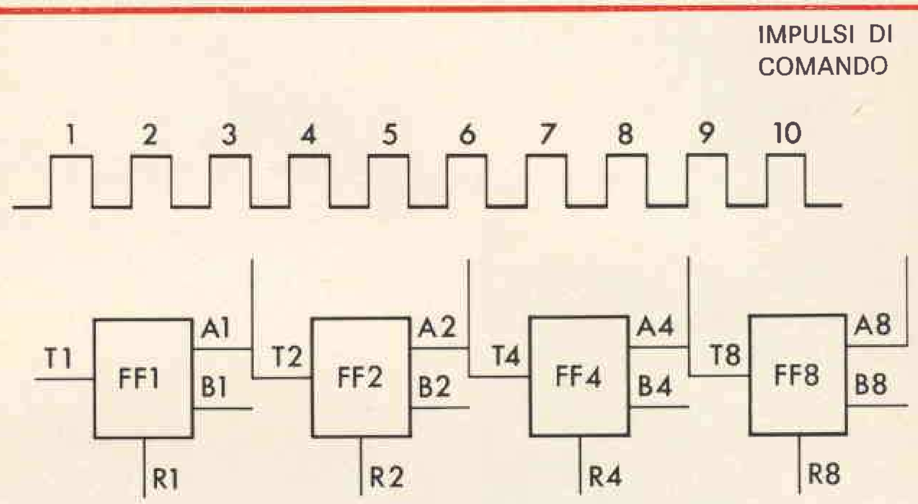



*Fig. 2 - Vista delle quattro uscite dei flip-flop, utilizzate per leggere l'uscita del contatore.*

| Num. | T1 | T2 | T4 | T8 | A1 | A2 | A4 | A8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | — | — | — | — | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1→0 | 0→1 | — | — | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1→0 | 1→0 | 0→1 | — | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 1→0 | 0→1 | — | — | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 1→0 | 1→0 | 1→0 | 0→1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 5 | 1→0 | 0→1 | — | — | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 1→0 | 1→0 | 0→1 | — | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | 1→0 | 0→1 | — | — | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 8 | 1→0 | 1→0 | 1→0 | 1→0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 9 | 1→0 | 0→1 | — | — | 1 | 0 | 0 | 1 |

Il più complesso elaboratore elettronico non è altro che un insieme di interruttori, in grandissimo numero e variamente collegati. Lo stesso può dirsi per i più avanzati sistemi di automazione oggi esistenti.

Il banale interruttore meccanico è sostituito da un transistore che, essendo fatto funzionare tra la saturazione e l'interdizione, funziona in pratica come un interruttore. Tutto il progresso in questo campo sta nel trovare il modo di contenere un numero sempre più grande di transistori e di collegamenti in uno spazio sempre più ristretto.

In precedenza abbiamo parlato del contatore. Questo apparecchio è uno di quegli aggeggi elettrici capaci di assumere non due, ma dieci stati diversi. L'elemento base del contatore è il circuito bistabile o flip-flop. Anziché un interruttore, questo apparecchio può essere considerato un deviatore ( formato anche lui da interruttori elementari) che assume due posizioni successivamente invertite ad ogni impulso che riceve alla sua entrata.

Il contatore B.C.D. è formato da quattro di questi circuiti bistabili disposti in cascata. Supponiamo di mandare all'entrata del contatore una serie di impulsi rettangolari di tensione positiva. Il valore zero della tensione sarà il nostro 0 logico, mentre il valore positivo costante sarà il nostro 1 logico. Supponiamo che la commutazione di ciascun bistabile avvenga sul fronte di discesa dell'onda rettangolare. Per leggere l'uscita del contatore utilizzeremo le quattro uscite superiori dei flip-flop (Fig. 2) che chiameremo A1, A2, A4, A8 dando a ciascuna il peso che le compete.

Queste uscite sono a loro volta collegate al bistabile seguente.

Supponiamo che all'istante iniziale le nostre quattro uscite siano allo stato 0. A ciò si provvede mandando un impulso ai conduttori R (reset). I conduttori T servono a ricevere l'impulso destinato a commutare i flip-flop (trigger).

Dalla tabellina allegata al disegno di fig. 2 (chiamata tabella della verità) si può seguire l'andamento della situazione alle uscite mentre all'ingresso T1 si sgranano gli impulsi che dobbiamo contare.

Possiamo vedere che ciascun bistabile commuta soltanto quando il livello logico all'ingresso scende da 1 a 0, per il resto la tabella parla sufficientemente chiaro.

Naturalmente il contatore tenderebbe dopo il 9 a proseguire con i numeri successivi fino al sedici, ma con un opportuno artificio si dà un impulso sul reset al decimo impulso all'ingresso, così che il contatore si dispone nuovamente sullo zero. Sulla natura di tale artificio parleremo sulle istruzioni per un prossimo kit dedicato in particolare ai **sistemi logici.**

## OPERAZIONI CON I NUMERI BINARI

Eseguire operazioni usando i numeri binari è estremamente semplice. Ovviamente, per l'esecuzione delle operazioni conviene usare il sistema binario puro anziché il codice B.C.D.

Per eseguire la somma basta tenere presente le seguenti facili regole:

0 + 0 = 0
0 + 1 = 1
1 + 0 = 1
1 + 1 = 0 con il riporto di 1
1 + 1 + 1 = 1 con il riporto di 1 e così via.

Si debba quindi sommare due numeri binari, per esempio:

11011 + 11100 = 110111

ossia tradotto nel sistema decimale:

$(16+8+4+0+0) = (16+8+0+2+1) +$
$=27+28=32+16+0+4+2+1=55$

Il procedimento in binario è quasi uguale a quello in decimale.

**Sottrazione**

Pur potendosi fare nel modo diretto, nei calcolatori si usa il metodo del complemento ad 1. Si dice complemento ad 1 di un numero binario, un altro numero binario ottenuto sostituendo degli 0 agli 1 e viceversa.

Si somma il primo numero con il complemento del secondo, tenendo conto che l'ultimo riporto va sommato al risultato e non scritto a sinistra.

Per esempio, dovendo eseguire la sottrazione: 11100 — 11011, si procederà come segue:

| | |
|---|---|
| 11100 + | |
| 00100 | complemento ad 1 |
| 00000 + | |
| 1 | riporto |
| 00001 | risultato |

Ossia in decimale 28 — 27 = 1

La moltiplicazione si esegue per addizioni successive e la divisione per sottrazioni successive con scalamento a sinistra.

Queste operazioni sono eseguite a cadenza rapidissima negli elaboratori elettronici, e quindi, anche se sembrano molto laboriose, in pratica richiedono tempi di frazioni di secondo.

Abbiamo dato queste brevi e sommarie informazioni sul sistema di numerazione del momento perché riteniamo che al giorno d'oggi nessuno possa ignorare la cosa o ritenerla al di fuori della propria comprensione.

Allo scopo abbiamo anche preparato la scatola di montaggio UK 842 che serve a prendere familiarità con il sistema binario e con la sua rappresentazione.

## DESCRIZIONE DELL'APPARECCHIO

Lo schema elettrico è molto semplice e funzionale.

Un commutatore a 10 posizioni serve ad impostare il numero cercato nel sistema decimale. Sulle quattro lampadine rosse appare il numero binario con la seguente convenzione: Una lampada accesa definisce il bit 1 ed una lampada spenta definisce il bit 0. Una volta che con questo apparecchio si sia imparato a leggere correntemente ciascuna cifra, la verifica delle decodifiche, dei contatori e di tutti gli elementi che lavorano in B.C.D. risulterà immediata.

L'alimentazione avviene dalla rete per mezzo di un cordone con presa di terra. Attraverso un interruttore generale, un fusibile da 0,2 A ed un commutatore per tensione di rete che commuta per le tensioni di 115-220-250 V, viene alimentato un trasformatore TA. Tale trasformatore abbassa la tensione di rete a circa 9 V.

Da tale tensione vengono alimentate le quattro lampadine corrispondenti ai quattro bit La1, La2, La3, La4. L'alimentazione delle quattro lampadine avviene attraverso il commutatore binario che provvede alla codifica delle cifre decimali in codice B.C.D. Tale commutatore è del tipo normalmente usato per i predispositori dei comandi numerici delle macchine utensili, ed è perciò di tipo professionale. Il contatto avviene mediante quattro spazzole che strisciano su quattro piste anulari dorate trasferendo la corrente del conduttore centrale (C) ai quattro contatti 1, 2, 4, 8 nella maniera prescritta dal codice B.C.D.

Disponendo il commutatore binario in modo che nella finestrella appaia una data cifra, le lampade rosse si accenderanno in modo da far apparire il numero stesso in codice B.C.D. La somma delle cifre stampate su ciascuna lampadina dovrà dare il numero che appare nella finestrella.

Disponendo di più apparecchi dello stesso tipo si potrà comporre la parola binaria corrispondente a qualsiasi numero.

Per una corretta esecuzione del montaggio si consiglia di seguire le indicazioni riportate nell'opuscolo che la AMTRON fornisce allegato al kit.