

Istituto Professionale di Stato per l'Industria e l'Artigianato
MORETTO
Via Luigi Apollonio, 21 BRESCIA

Digitalizzatore vocale

Realizzazione

Daniele Baldus
Alessandro Belotti

della classe 5BI a.s. 1995-96

corso per Tecnici delle Industrie Elettriche ed Elettroniche

SISTEMI A SINTESI VOCALE

I sistemi di registrazione e riproduzione di brani audio di breve durata nati in ambito telefonico, si sono molto evoluti negli ultimi tempi ; oggi giorno nelle segreterie telefoniche, nei servizi accessori forniti da Telecom, negli impianti di allarme computerizzati si fa largo uso di sintetizzatori vocali allo stato solido. La memorizzazione del brano musicale o del messaggio audio non viene più effettuata su di un nastro magnetico ma all'interno della memoria non volatile di un "single-chip". Solitamente, la memoria non volatile è di tipo digitale per cui è necessario definire il numero di livelli per rappresentare adeguatamente il segnale da elaborare all'interno del dispositivo di memoria. La registrazione è tanto più fedele quanto maggiore è la risoluzione, ovvero numero di bit utilizzati per rappresentare il dato discretizzato in memoria.

I sistemi a sintesi vocale, per la loro semplicità e versatilità, hanno svariate possibilità di impiego ad esempio:

- banali gadget
- sofisticati sistemi di controllo
- allarmi di varie tipo (rivelatori di spostamenti , gas , ecc.).

La struttura del sistema da noi studiato proposta dalla rivista Fare Elettronica del Novembre 1993 è così composta (vedi fig. 1):

- Microcontrollore (ST6215) che ha lo scopo di gestire i pin di controllo del DAST ;
- U2 integrato DAST (Direct Analog Storage Tecnology) ISD2590P.
- Tastiera a matrice per selezionare i messaggi (P2/P9) ;
- Due DIP-SWITCH a 4 vie per impostare il tipo di integrato DAST da utilizzare (DS2) ,e il numero di messaggi da riprodurre o da memorizzare (DS1) ;
- Capsula microfonica a condensatore preamplificata ;
- Altoparlante (8 ohm , 500 mW) ;
- Cristallo di quarzo per frequenza di lavoro (6,00 MHz) ;
- Diodi led LD1 (segnalazione della registrazione) e LD2 (segnalazione della riproduzione) ;
- Integrati U4 e U5 della famiglia CMOS , per la gestione di segnali luminosi a led .
- U3 Regolatore integrato LM7805

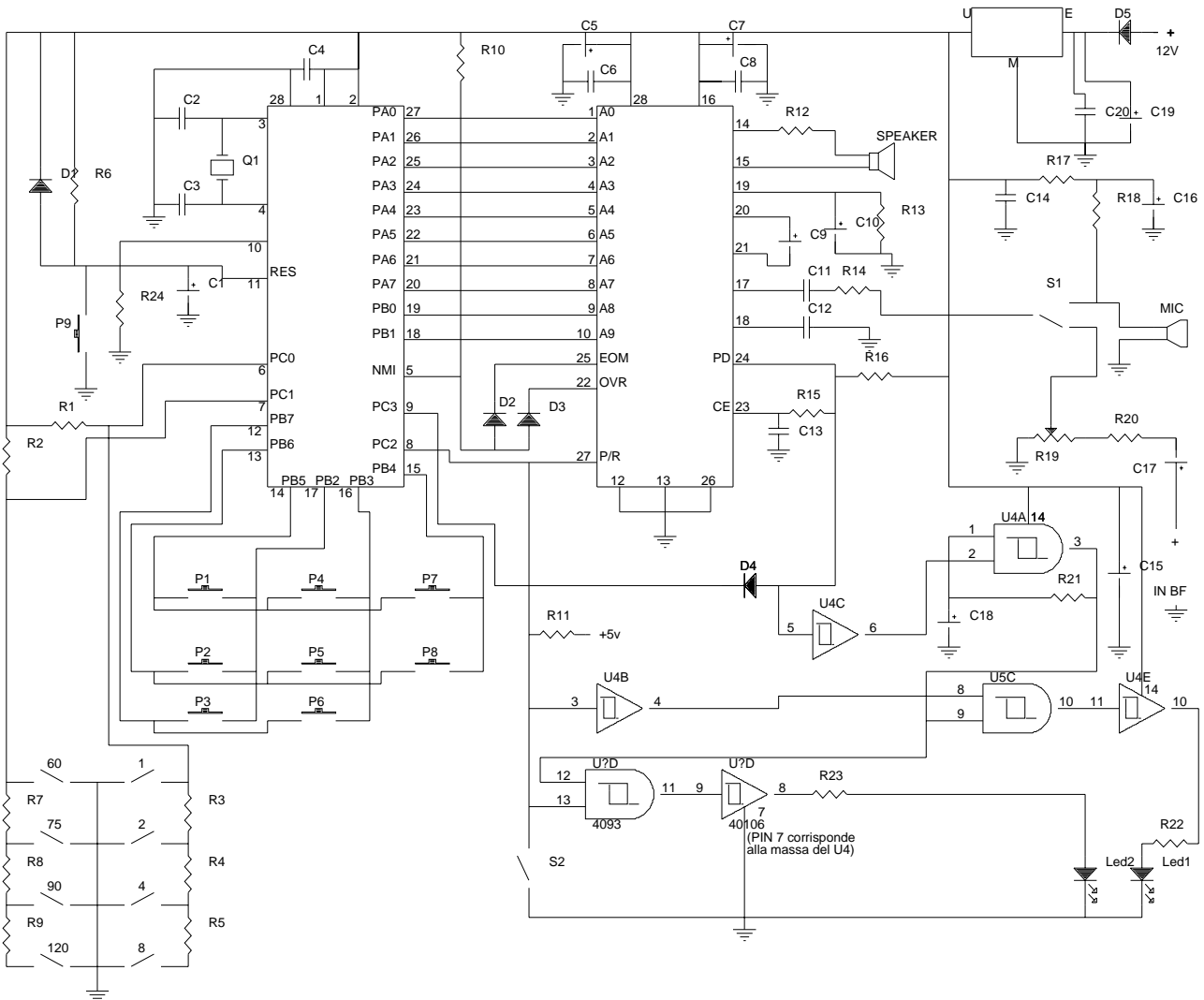


Fig. 1 Schema Elettrico del Digitalizzatore.

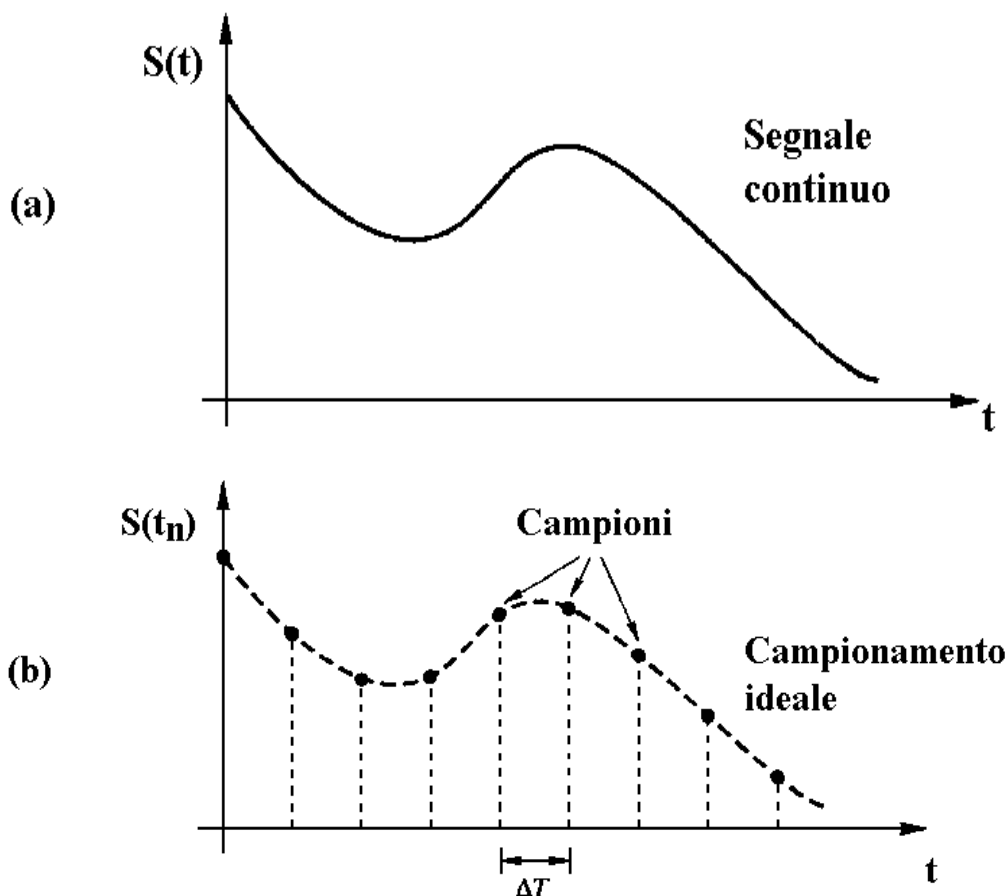
IL CAMPIONAMENTO e IL TEOREMA DI SHANNON

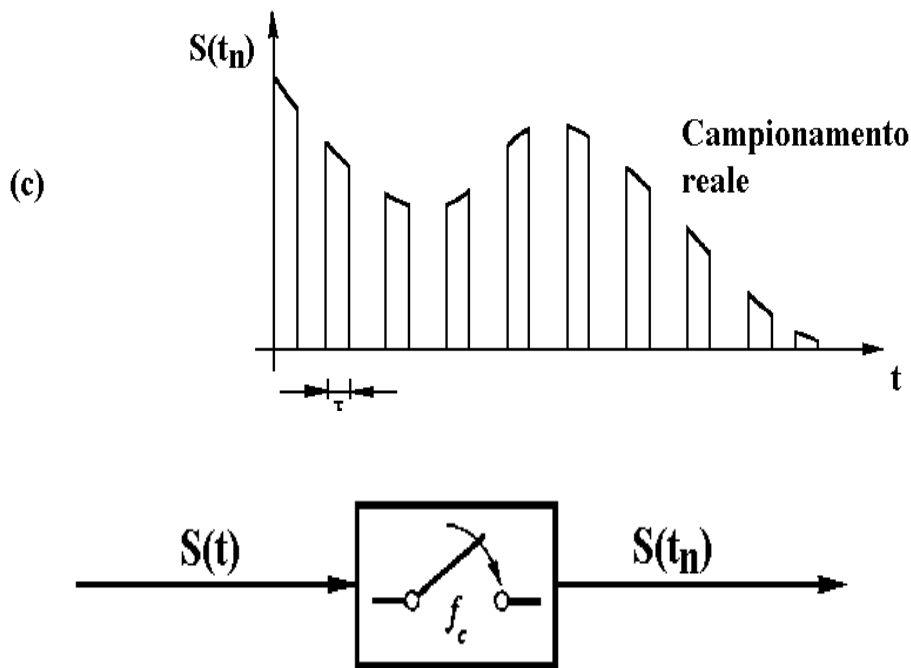
La discretizzazione di un segnale analogico si ottiene tramite il prelevamento di porzioni elementari che prendono nome di campioni; per campionamento di un segnale analogico $S(t)$, avente periodo T , si intende il prelevamento dal segnale di piccole porzioni di durata τ , in intervalli regolari, ossia in istanti t_n multipli di T ovvero $S_n = S(t_n)$.

La figura 2a rappresenta un segnale analogico unipolare a valori solamente positivi e la fig. 2b il corrispondente segnale campionato, caratterizzato dai seguenti parametri:

- istanti di campionamento t_n (regolari) in corrispondenza dei quali si prelevano i campioni (in questo caso ideali)
- l'intervallo di campionamento, denominato T_c (tra due istanti contigui da $(t_n \div t_{n+1})$).

Fig.2





Si definisce **frequenza di campionamento** , e viene indicata con F_c , la velocità con cui vengono prelevati i campioni nell'unità di tempo; in termini di formule $F_c = 1/T_c$.

Il segnale **b** di figura 2, rappresenta un segnale campionato in modo ideale, infatti questo tipo di operazione può essere immaginata come un interruttore al quale viene applicato in ingresso il segnale da campionare; quando l'interruttore resta chiuso viene prelevata una porzione del segnale di ingresso, resta invece aperto negli altri istanti. Questa operazione viene effettuato in tempo $\tau=0$.

Le cose si complicano quando si studia il funzionamento del campionatore nel caso reale; infatti tra l'istante in cui si chiude e l'istante in cui si apre il tasto dell'interruttore, passa un determinato tempo definito τ .Di conseguenza il segnale campionato $s(t_n)$ risulterà come quello rappresentato in fig.2

c.

In pratica il campionamento si effettua in modo periodico, cioè in istanti $t_n = n \cdot T_c$,con T_c = periodo di campionamento e $n=1,2,3...$

La frequenza di **Fc** non può essere scelta a caso, valori troppo alti o troppo bassi, ma deve sempre essere legata alla frequenza del segnale da trasmettere; per capire il concetto appena affermato si consideri i tre casi possibili di fig.3 **a,b,c.**

a) Prelevamento di un numero ridotto di campioni

Nel primo caso, descritto dal grafico **a**, si nota una considerevole perdita dell'informazione perché al momento della ricostruzione non è prevedibile l'andamento del segnale, essendoci diversità al momento del ricongiungimento dei singoli campioni.

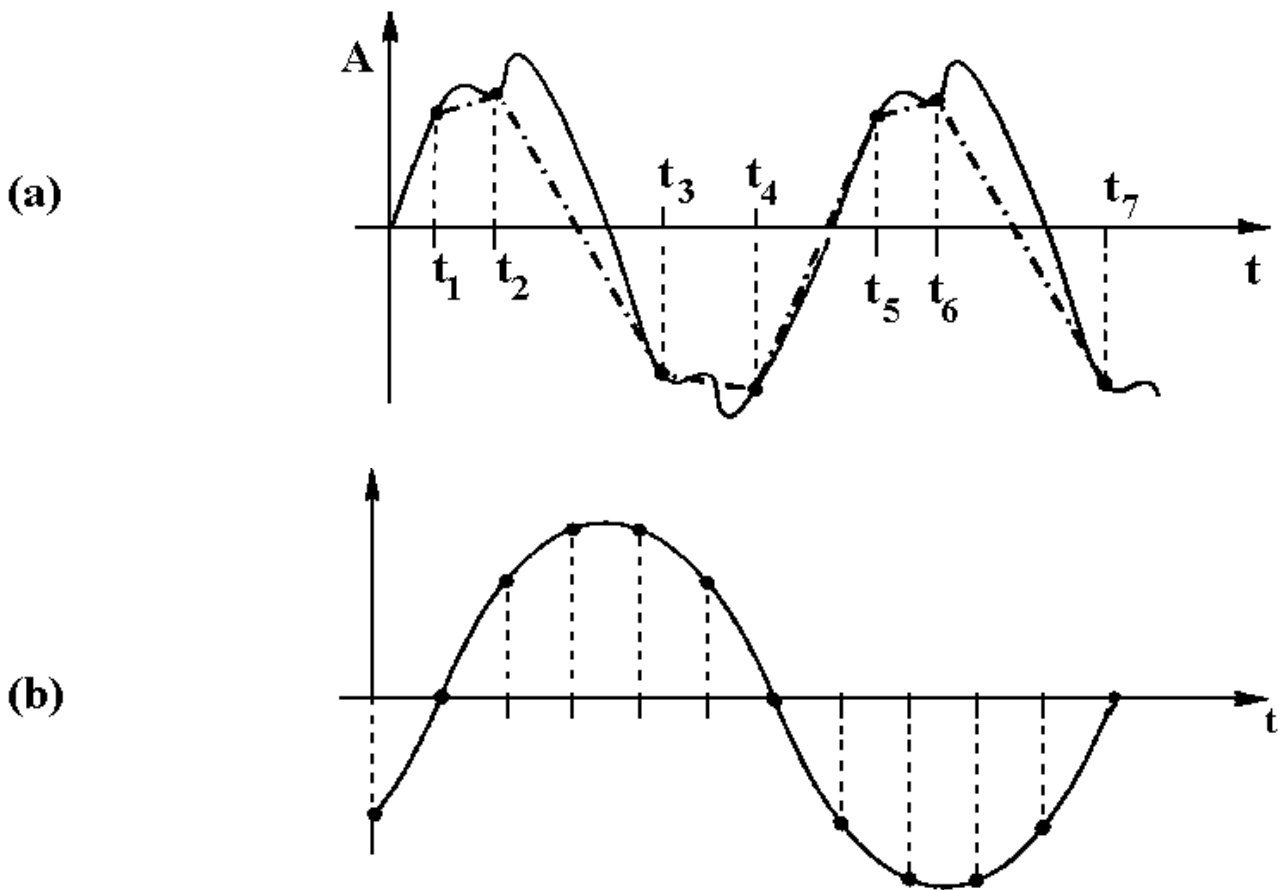
b) Prelevamento di un numero accettabile di campioni

Il secondo caso, descritto dal grafico **b**, il campionamento è stato effettuato in modo corretto, poiché rappresenta, in modo accettabile, il contenuto della informazione.

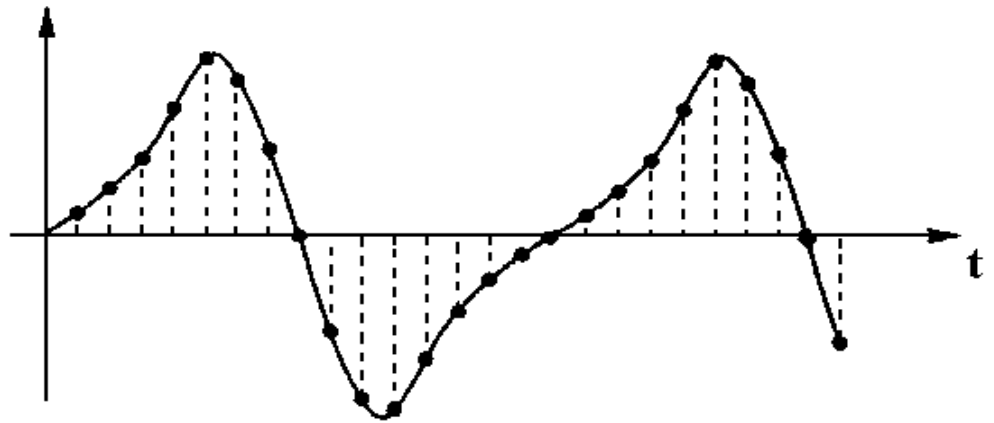
c) Prelevamento di un numero elevato di campioni

Il terzo caso, descritto dal grafico **c**, apparentemente sembra valido ma in realtà non è così; l'elevato numero di campioni va a scapito della multiplazione in quanto tra due campioni contigui esiste un intervallo di tempo troppo ridotto, che non è in grado di ospitare altri campioni di ulteriori segnali.

fig. 3 a,b,c.



(c)



Dopo aver analizzato i tre casi che si possono riscontrare ,in una operazione di campionamento, risulta indispensabile formulare il seguente quesito: come sia possibile stabilire la frequenza con la quale si deve eseguire il prelevamento dei campioni, affinché non si perda parte dell'informazione ? Tale quesito viene risolto dal teorema di **SHANNON** che afferma quanto segue: qualsiasi forma d'onda, funzione continua nel tempo, avente frequenza massima **f_{max}**, risulta completamente determinata quando si prelevano dei campioni con una frequenza **f_c**, in istanti noti e separati da in intervallo di campionamento regolare **T_c**, solamente se è rispettata la seguente condizione:

$$f_c \geq 2 \cdot f_{\max}$$

Riferendoci ai grafici **a,c** di figura 3 si potrà ,nel caso **a**, evitare perdite di informazione mentre nel caso **c** la ricostruzione del segnale avverrà in modo corretto senza distorsioni.

La **f_c** può anche essere espressa in termini di larghezza di banda **B**; se il segnale da elaborare occupa una banda compresa tra **0** a **f_{max} Hz**, allora essendo **B=f_{max}**, la formula **f_c** può essere così espressa:

$$f_c \geq 2B$$

DESCRIZIONE PIEDINATURA MCU 6215

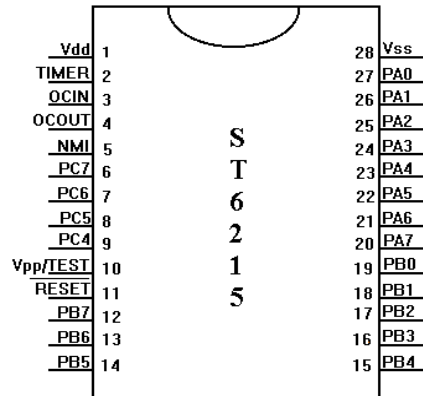


Fig.4 Pinout del Microcontrollore ST6215.

TIMER : questo è il piedino di temporizzazione di ingresso e uscita. In modo ingresso, IN, è connesso al divisore decimale di frequenza e funziona come CLOCK esterno di temporizzazione, o come porta di controllo per il CLOCK interno. In modalità uscita, OUT, il temporizzatore presenta all'esterno i Bit dei dati quando è necessario un intervallo.

PA0-PA7 : queste otto linee sono organizzate come PORT I/O; i PA0÷PA3 possono assorbire correnti intorno a 10mA in modo da poter pilotare direttamente diodi LED, mentre PA4 ÷PA7 possono essere configurati come ingressi analogici per convertitore A/D.

PB0-PB7 : è un BUS organizzato come PORT I/O e può svolgere le stesse funzioni, operazioni, dei PA0-PA7.

PC4-PC7 : è un altro PORT I/O e può compiere le stesse funzioni di quelli analizzati precedentemente.

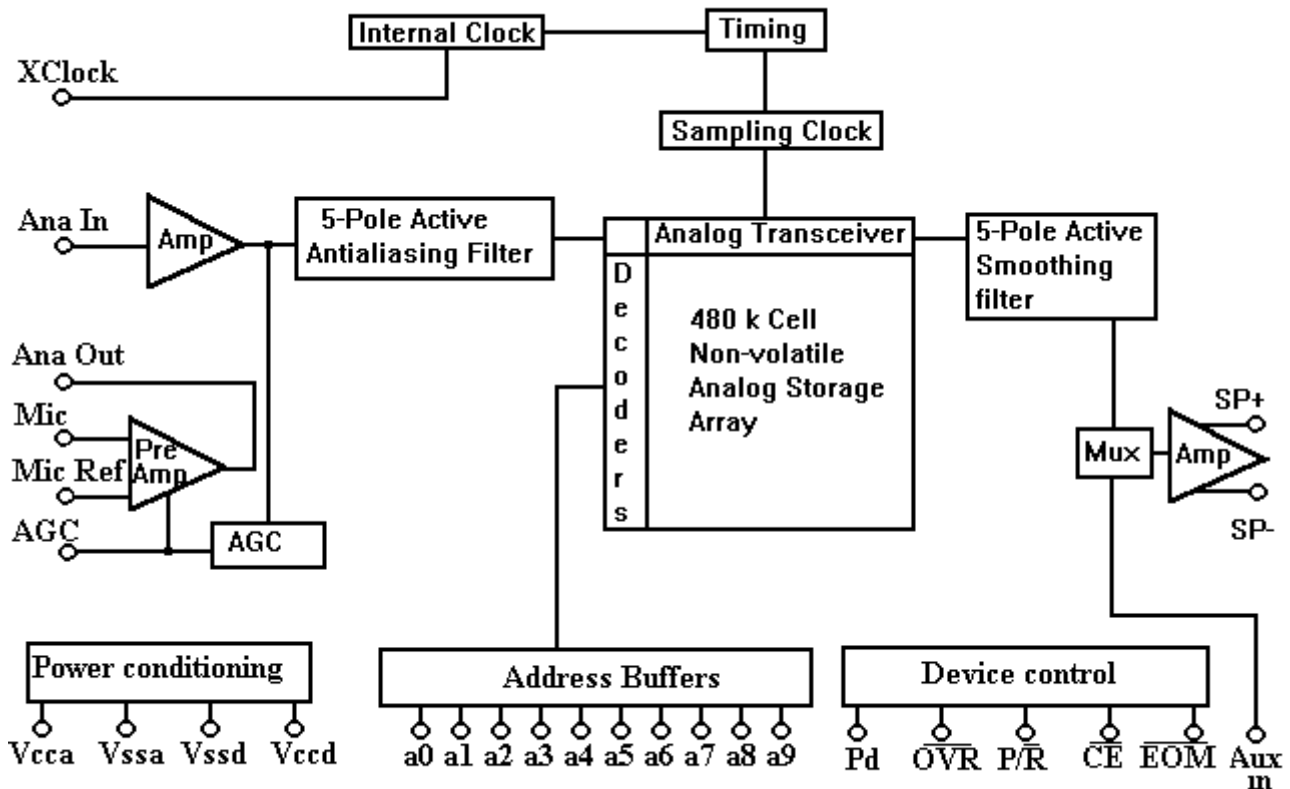
OSCIN/OSCOUT : questi due pins sono internamente collegati ad dispositivo oscillatore; un cristallo al quarzo, un segnale di clock esterno, possono essere collegati a questi due pins per permettere il funzionamento del MCU.

RESET : pin utilizzato per resettare il microcontrollore per predisporlo per il funzionamento di un nuovo programma.

TEST/VPP : questo pin è molto importante perché ci permette di definire il funzionamento del chip a seconda della natura della memoria di programma. Se si tratta di un microcontrollo di tipo EPROM (della serie 62EXX) è possibile riprogrammare il dispositivo utilizzando le tecniche di memorizzazione riguardo la programmazione di dispositivi di questo genere. Nel nostro caso essendo una Rom, cioè un dispositivo di memoria non modificabile, il pin TEST va connesso a massa.

NMI : possibilità di applicare un'interruzione non mascherabile proveniente da un dispositivo esterno al chip.

STRUTTURA INTERNA DEL DAST



Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.

Fig. 5 Struttura interna di un DAST IDS 2500

I dispositivi DAST (Direct Analog Storage Technology) sono componenti elettronici ad elevata tecnologia prodotti dalla società statunitense IDS (Information Storage Devices).

Questi dispositivi hanno premesso una notevole semplificazione dei circuiti di riproduzione e registrazione per la sintesi vocale; un integrato di questo tipo contiene all'interno un registratore digitale, la quantità di elementi passivi presenti all'esterno sono notevolmente ridotti rispetto ai classici sistemi di convertitori A/D e D/A, registrazione tramite una semplice capsula microfonica e riproduzione tramite un normalissimo altoparlante.

L'elemento principale di questo integrato è una EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) cioè un dispositivo di memoria programmabile e cancellabile elettricamente.

1° stadio dell' integrato è costituito da un amplificatore audio dotato di controllo automatico del guadagno (AGC), che ha il compito di amplificare il segnale ,di tipo analogico a bassa frequenza, caratteristico di dispositivi come microfoni,ecc. Il filtro AF , filtro anti Aliasing, ha la funzione di garantire che, la banda di frequenza del segnale di ingresso al campionatore rispecchi il teorema di Shannon, si veda il relativo paragrafo dedicato al campionamento.

Il terzo stadio è composto da un campionatore ,ovvero un sistema elettronico in grado di percepire i campioni di tensione del segnale analogico

Le registrazioni vengono memorizzate in celle di memoria non volatile collocata sul chip; la memorizzazione del messaggio non richiede energia.Questa soluzione , unica nel suo genere , è resa possibile utilizzando un processo tecnologico di memorizzazione multilivello brevettato dalla ISD nel quale voce e segnali audio vengono memorizzati direttamente nella loro naturale forma analogica.

La tecnologia di memorizzazione ISD permette una riproduzione naturale della voce attraverso un soluzione allo stato solido realizzata su un single-chip.

Il clock fornisce la base dei tempi per le operazioni di lettura (riproduzione) o di scrittura (registrazione) e non può essere cambiato con altri; il bus di indirizzi permette di gestire la memoria dell ' ISD e di dividerla in più porzioni permettendo così la registrazione di più messaggi.

Qui di seguito vengono analizzati alcuni pins che hanno una particolare importanza per il funzionamento del DAST, mentre in fig. viene rappresentato l'integrato in questione.



- **PD** : il dispositivo integrato viene attivato portando a livello logico 0 il pin PD che assicura l'accensione di tutti gli stadi interni.

- **CE** : per avviare una delle due fasi, registrazione o riproduzione, occorre portare il CE a livello logico 0 che, mantenuto ad livello alto, provoca una interruzione del chip.

E' importante notare, a proposito di questo pin, che, durante il fronte di discesa delle tensioni

applicatagli, il DAST legge lo stato degli indirizzi.

- **P/R** : questo pin ha il compito di comunicare all'integrato quale delle due funzioni deve attivare:

registrazione **0** logico

lettura **1** logico.

- **EOM** : End Of Memory, indica il livello di memoria utilizzata.

Una volta posto CE a livello basso l'integrato carica i dati di funzionamento; questa operazione non verrà più effettuata fin quando il pin non passerà da uno-zero logico.

In fase di registrazione,EOM passa da uno a zero logico e vi resta finche il PD non viene portato a livello alto; in fase di riproduzione ,al termine di ogni messaggio ,EOM passa, per un breve istante,

da uno a zero. L'OVR, normalmente posto a livello alto, assume lo stato logico basso quando termina il messaggio.

DAST

La prima serie di integrati apparsi sul mercato è la ISD1000, la quale presenta modelli con le seguenti caratteristiche:

CHIP	FREQUENZA DI CAMPIONAMENTO	BANDA PASSANTE LIMITE SUP.(KHz)	DURATA DEL MESSAGGIO (S)
ISD1012A	10.6	4.5	12
ISD1016A	8.0	3.4	16
ISD1020A	6.4	2.7	20

Il dispositivo maggiormente utilizzato è ISD1012 grazie ad alcune caratteristiche come la banda passante, la capacità di assorbire quasi tutte le funzioni degli altri due ISD e, infine per il semplice fatto di essere un prodotto molto economico.

L'integrato utilizzato per questo lavoro è ISD2590, che appartiene alla famiglia ISD ma della seconda generazione cioè ISD2000; le capacità di questi componenti sono rispettivamente basate sulla quantità di tempo disponibile per effettuare la registrazione di messaggi.

ES1: ISD25120 possiede ben 120s dedicati alla registrazione di messaggi.

ES2: ISD2590 presenta capacità di registrazione fino a 90s.

Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche ed elettriche si nota che non c'è differenza fra le due famiglie, infatti hanno la stessa piedinatura dei precedenti, offrono la stessa fedeltà sonora, e la memoria può essere suddivisa con la stessa risoluzione, grazie all'aggiunta di bit di indirizzo che permettono di accedere a 600 partizioni della durata di 0,1-0,2s ciascuna. In fig. 6 è rappresentato l'integrato utilizzato per questo lavoro.

FUNZIONAMENTO DEL SINTETIZZATORE VOCALE

L'elemento principale di tutto il sistema, cioè quello che agisce sull'integrato DAST, è l'unità Microcontrollo; questo dispositivo ha il compito di ricevere i comandi che l'operatore gli invia tramite i dip-switch DS1 e DS2, la tastiera a matrice costituita dai pulsanti P1-P9 e l'interuttore S2.

FASE DI REGISTRAZIONE

Il primo passo per poter iniziare la fase di memorizzazione, o registrazione, è quella di posizionare i dip-switch 1 e 2, ovvero definire il numero di messaggi e l'integrato DAST da utilizzare; in fig. 6 vengono rappresentate le tabelle per settare i dispositivi DS1 e DS2.

DS1:MESSAGGI				
N° messaggi	Interruttori			
	T1	T2	T3	T4
1	ON	OFF	OFF	OFF
2	OFF	ON	OFF	OFF
4	OFF	OFF	ON	OFF
8	OFF	OFF	OFF	ON

DS2:CAPACITA' INTEGRATO				
Tempi	Interruttori			
	T1	T2	T3	T4
60	ON	OFF	OFF	OFF
75	OFF	ON	OFF	OFF
90	OFF	OFF	ON	OFF
120	OFF	OFF	OFF	ON

- Esempio -

Se si volesse registrare quattro messaggi basterebbe porre nella posizione di ON l'interruttore T3 del

dip switch DS1 e l'interruttore T3 del DS2. Il passo successivo è quello di premere il pulsante P9 che corrisponde al RESET; con questa operazione l'MCU acquisisce le informazioni dell'integrato DAST montato e si comporta di conseguenza. Il deviatore S1 ci permette di selezionare il tipo di dispositivo di ingresso del sistema; nel nostro caso la registrazione avviene tramite capsula microfonica per ciò S1 deve essere nella posizione 1.

Aperto il pulsante S2 si predispone il sistema alla sintesi vocale (LD1 è acceso), la quale è effettuata premendo il pulsante della tastiera corrispondente al messaggio che si intende incidere (LD1 lampeggia).

Quando si rilascia il pulsante selezionatore o comunque la locazione di memoria, utilizza per immagazzinare il messaggio selezionato, è esaurita, LD1 cessa di lampeggiare stando permanentemente acceso e quindi la registrazione è terminata. Per ogni messaggio che si desidera registrare è necessario effettuare l'operazione sopra descritta.

FASE DI RIPRODUZIONE

S2 in OFF (LD2 si accende) e premere il rispettivo pulsante (LD2 lampeggia).

Il Microcontrollore porta a zero il proprio piedino 9 ed attiva l'integrato DAST che, avendo il pin 27 a livello alto, riproduce il messaggio inviandolo all'altoparlante (AP) mentre LD2 lampeggia per tutta la durata del messaggio.

In registrazione è l'MCU che decide i tempi; in riproduzione va a spegnere il DAST solo quando riceve da esso l'impulso di fine messaggio, cioè quando il proprio pin 5 viene messo a livello basso; pertanto quando il pin 25 dell'U2 va a livello basso, l'MCU porta il proprio pin 9 a livello logico 1 facendo spegnere il DAST.

INDICE

SISTEMI A SINTESI VOCALE	2
IL CAMPIONAMENTO e IL TEOREMA DI SHANNON	4
DESCRIZIONE PIEDINATURA MCU 6215	8
STRUTTURA INTERNA DEL DAST	10
FUNZIONAMENTO DEL SINTETIZZATORE VOCALE	13
FASE DI RIPRODUZIONE	15