



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA
Facoltà di Ingegneria

Esame di Stato di abilitazione all'esercizio della professione di ingegnere

Candidati lauree quinquennali (ordinamento previgente al D.M. 509/99)

Seconda sessione 2010

Ingegneria Elettronica - ramo Elettronica

Lo stetoscopio è uno strumento di indagine diagnostica basilare, usato quotidianamente dal personale medico di tutto il mondo; esso permette di percepire alcuni suoni interni dell'organismo, specialmente quelli del cuore dovuti alle diverse valvole cardiache, oltre che quelli provenienti dall'apparato respiratorio. Questo strumento, la cui origine risale al 1781 ad opera di Laennec, trova ancora oggi larga applicazione, pur essendo comunque soggetto ad alcune limitazioni. In particolare, gli stetoscopi acustici offrono al medico un segnale molto debole, spesso sopraffatto dal rumore ambientale; inoltre sono costosi e non possono essere interfacciati con i moderni sistemi di diagnostica digitale. Per ovviare a tale inconveniente, sono stati recentemente introdotti in commercio gli stetoscopi elettronici. Essi devono innanzitutto essere in grado di replicare il "look and feel" degli strumenti tradizionali e pertanto devono presentarsi all'utente dotati di una parte terminale da porre sul corpo del paziente e una cuffia per l'auscultazione. Sono inoltre dotati di funzionalità avanzate che includono la possibilità di memorizzare il segnale acquisito per un successivo riascolto ed analisi. Inoltre, potendosi interfacciare ad un personal computer, consentono la visualizzazione dell'andamento nel tempo del segnale acquisito.

Al candidato si richiede di redigere il progetto di un sistema completo per la realizzazione di uno stetoscopio elettronico. Lo strumento deve essere in grado di salvare il segnale acquisito su una memoria non volatile ed eventualmente riprodurlo. Deve essere dotato di un'interfaccia verso l'operatore basata su un display LCD (1 riga per 40 caratteri alfanumerici), capace di indicare la modalità di funzionamento corrente ed il nome del file che si sta riproducendo. L'operatore dispone inoltre di un tastierino a 5 tasti più un pulsante di selezione per impostare la modalità operativa ("Listening", "Recording", "Playing"). A tale scopo si faccia riferimento alla Figura 1. Il pulsante "OK" permette di selezionare il file da registrare (se la modalità è "Recording") oppure da riascoltare (se la modalità è "Playing"); una successiva pressione del tasto "OK" finalizza l'inserimento del nome del file e inizializza di conseguenza il dispositivo. Premendo i tasti "Up" o "Down" si scorrono i caratteri dell'alfabeto, mentre con i tasti "Dx" e "Sx" ci si muove tra i diversi caratteri visualizzabili sul display.

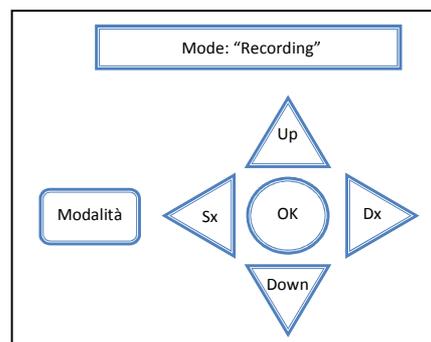


Fig.1. L'interfaccia operatore

Il candidato dovrà inizialmente valutare:

1. la miglior soluzione tecnologica per l'implementazione del sistema di controllo tra un sistema basato su FPGA, microprocessore e ASIC. I principali parametri da considerare sono il costo di produzione, la versatilità, i tempi e costi di sviluppo, l'affidabilità e i consumi.
2. La miglior soluzione tecnologica per l'implementazione dello stadio di conversione AD, potendo scegliere tra convertitori ad approssimazioni successive, convertitori di tipo flash, convertitori di tipo sigma delta. Si ritiene sufficiente una risoluzione pari a 14bit ed una frequenza di campionamento pari a 100kSa/s.

Individuata la soluzione implementativa, dovranno essere successivamente prodotti:

1. Schema a blocchi completo del sistema, che dovrà gestire l'interfaccia verso l'operatore e avrà come uscita una connessione seriale RS232 per l'interfacciamento ad un sistema di raccolta dati. Si esplicitino le tipologie di segnale e le unità di misura dei diversi segnali in gioco.
2. Progetto del circuito di condizionamento del segnale proveniente dal microfono, considerando il comportamento non ideale dei componenti utilizzati nella catena di condizionamento; di tale circuito dovrà essere fornito lo schema e l'indicazione dei valori o le sigle dei componenti scelti.
3. Progetto del circuito di pilotaggio dell'uscita; si vuole una potenza massima di uscita di 100mW su un carico equivalente di 32Ω (tipico di una cuffia); di tale circuito dovrà essere fornito lo schema e l'indicazione dei valori o le sigle dei componenti scelti.
4. Diagramma di flusso del software necessario al sistema di controllo per coordinare l'acquisizione del segnale proveniente dal microfono e la sua riproduzione attraverso le cuffie o memorizzazione in memoria.

Il candidato ha a disposizione:

- a. Un sistema di alimentazione a batteria in grado di erogare una tensione stabilizzata di 5V.
- b. Un convertitore Analogico/Digitale della tipologia scelta in precedenza; si ipotizzi di usare un dispositivo la cui piedinatura è riportata in Figura 2. Il convertitore, di tipo parallelo (la lettura del dato convertito avviene tramite i segnali DB0-DB13), è dotato di un segnale logico di inizio conversione (attivo basso) /CONVST e di un segnale di fine conversione (attivo alto) /BUSY/INT. I segnali digitali DB0-DB13 possono avere due stati: ad alta impedenza o uscita quando CONVST è rispettivamente alto o basso. Il range di tensioni ammesse per l'ingresso VIN1 è pari a [0,4]V. AGND è il riferimento di massa per la sezione analogica, DGND per quella digitale; +Vcc e +5V rappresentano invece i terminali di alimentazione, rispettivamente, della sezione analogica e digitale (entrambe pari a +5V).
- c. Due convertitori Digitale/Analogico del tipo a rete a scala (14 bit) il cui schema è riportato in Figura 3. L'uscita è in corrente ed è disponibile sui piedini denominati IOUT1 e IOUT2 (corrente entrante e uscente dal dispositivo); a fondo scala vale $|IOUT_x(FS)|=1mA$. AGND è il riferimento di massa per la sezione analogica, DGND per quella digitale; +Vcc e +5V rappresentano invece i terminali di alimentazione, rispettivamente, della sezione analogica e digitale (entrambe necessitano di +5V). DB0..DB13 sono i 14 bit del segnale digitale da convertire. Il segnale /CS è l'abilitazione del dispositivo, mentre il segnale /WR è un segnale di strobe per la scrittura del dato attivo basso.
- d. Un microfono a condensatore alimentato a +5V operante su una banda pari a [20,20k] Hz e in grado di fornire un'uscita di ampiezza compresa nell'intervallo [10,500] mV centrata rispetto alla tensione $V_{ref}=+2.5V$.
- e. Una cuffia avente un'impedenza di ingresso di 32Ω .
- f. Eventuali amplificatori operazionali, circuiti integrati con porte logiche standard, transistor e bipoli vari necessari per il completamento del progetto. Per gli amplificatori operazionali è disponibile un estratto di un data book, per gli altri bipoli, il candidato può assumere la disponibilità di componenti a caratteristiche standard.

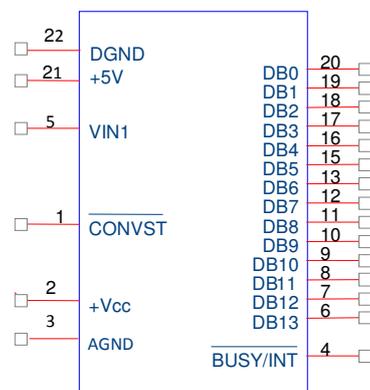


Fig.2. ADC

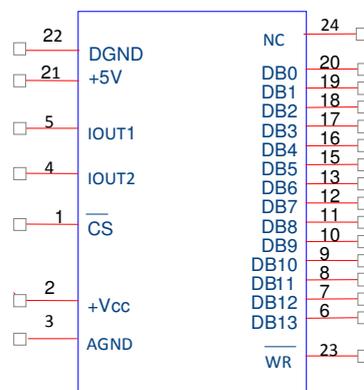


Fig.3. DAC