

Progetto ATIUS

Ingegnerizzazione del sistema di
controllo e gestione

B4-23-1987



Progetto ATIUS:

Ingegnerizzazione del sistema di controllo e gestione

E.Bozzi, B.Carbone, G.Gagliardi, C.A.Giorgi, A.Landucci,
R.Panicucci.

Introduzione.

L'Istituto di Elaborazione dell'Informazione (I.E.I.) del C.N.R. di Pisa e il Centro Ricerche Esperienze della Societa' Aeritalia di Pomigliano D'Arco hanno stipulato un contratto di collaborazione scientifica che prevede attivita' di ricerca e sviluppo per la definizione e la realizzazione di un sistema a controllo numerico specializzato per il controllo di qualita' di componentistica aeronautica; in questo contratto e' stata inserita anche una attivita' di ingegnerizzazione e realizzazione del sistema elettronico di una apparecchiatura realizzata in forma sperimentale dalla Aeritalia. In particolare questa attivita' ha comportato il

rilevamento del cabraggio delle singole circuiterie sperimentali, il progetto e la realizzazione della corrispondente circuiteria stampata, l'assemblaggio dei componenti e la fornitura di disegni generali e particolareggiati.

In questa relazione si descrive sinteticamente il principio di funzionamento dell'intera apparecchiatura e la sua organizzazione nelle varie schede elettroniche; viene inoltre illustrata l'organizzazione degli schemi logici ed elettronici.

Per motivi contingenti di operabilita' della apparecchiatura da ingegnerizzare, l'Aeritalia ha imposto come vincoli il rispetto della organizzazione generale preesistente e la possibilita' della interscambiabilita' fra le nuove e le precedenti basette; questi vincoli hanno limitato sia l'ottimizzazione del progetto della circuiteria stampata sia l'introduzione di varianti tendenti a migliorare le prestazioni.

L'esperienza ricavata da questa attivita' ha facilitato lo

studio di un nuovo sistema che, pur adottando principi generali analoghi, ha consentito la realizzazione di un nuovo sistema integrato hardware e software (ETIS-1) che, oltre a prevedere l'acquisizione e la rappresentazione dei dati, e' in grado di eseguire elaborazioni anche complesse per la classificazione integrativa o automatica di difetti.

Descrizione dei disegni

Poiche' i disegni forniti rispecchiavano la logica elettronica della apparecchiatura piuttosto che la sua realizzazione, per ciascuna bassetta si e' rilevato lo schema corrispondente con tutte le indicazioni di ingresso uscita, sia dei singoli circuiti che dell'intera bassetta; si e' controllato che ogni componente pilotasse il numero giusto di circuiti (fan in, fan out). Sono state inoltre apportate semplici modifiche atte a semplificare il circuito senza per questo alterarne la logica. E' stato necessario, come illustrato in allegato 1, riportare la

posizione delle singole basette all'interno dell'apparecchiatura. Sullo schema a blocchi rappresentato nell'allegato 2, ogni blocco viene contraddistinto dall'indicazione della funzione logica svolta e da un numero corrispondente alla posizione fisica che la basetta, contenente quel blocco o parte di esso, assume all'interno dell'apparecchiatura. Ad ogni scheda corrisponde un disegno che ne riporta sia la funzione logica, che la posizione; su questo e' riportato lo schema elettrico con indicazioni riguardanti ogni singolo elemento, sia per quello che riguarda la numerazione dei piedini, che la sua funzione logica. Sono state riportate a sinistra e a destra rispettivamente tutti gli ingressi e le uscite con il nome corrispondente e la posizione assunta sul connettore. Per quello che riguarda questa sigla, la prima lettera maiuscola individua la spina A o la spina B, il numero successivo indica il piedino della spina, e l'ultima lettera minuscola individua il lato a o b del connettore.

Per gli ingressi e' stato riportato anche l'indicazione della basetta e del pin del relativo connettore di provenienza; queste ultime annotazioni definiscono la interconnessione fra le basette. Ogni elemento del circuito e' contraddistinto da una etichetta cui fa riferimento una tabella riportata sul disegno necessaria per individuare il tipo o il valore dell'elemento stesso. Tramite la mappa della scheda riportata a destra del disegno si individua la posizione che l'elemento assume sulla basetta. Per le schede particolarmente complesse, e' stato riportato il disegno della temporizzazione dei principali segnali, per facilitare la comprensione delle funzioni svolte e la messa a punto circuitale. Questi disegni da noi eseguiti sono stati forniti dalla Aeritalia alla ditta Termokimik che sulla base di questi ha controllato e verificato il funzionamento dell'apparecchiatura.

Descrizione delle basette

Le basette sono state progettate e costruite su doppia faccia a fori passanti, le dimensioni sono quelle del tipo "Europa" e "doppia Europa" e sono perfettamente sostituibili con quelle preesistenti anche a livello di connessione master board. Per rendere possibile questa indispensabile caratteristica, in qualche caso, il progetto del circuito stampato non e' perfettamente ottimizzato. Ad ogni basetta e' associata una sigla e un numero del tipo ATIUS1,ATIUS2.....ATIUS15 che individua sia la posizione all'interno dell'apparecchiatura sia il disegno corrispondente. Ad ogni elemento e' associata una etichetta impressa sul rame corrispondente a quella del relativo disegno, sono inoltre disponibili i master relativi al progetto delle basette. Sulla parte estrema della scheda sono riportati alcuni punti di prova, contraddistinti da sigle riportate anche sul disegno, corrispondenti a segnali di particolare interesse per l'esecuzione di tarature e verifiche. Le basette sono state controllate dal punto di

vista funzionale; alcune di esse , quelle che prevedevano semplici circuiti combinatori, sono state inserite al posto di quelle originali nella apparecchiatura ATIOUS dell'Aeritalia di Foggia, le altre, che impiegano prevalentemente circuiti sequenziali non sono state inserite in quanto richiedono la conoscenza dettagliata delle temporizzazioni che puo' essere, nel caso specifico, ricavata solo empiricamente.

Descrizione del sistema

Il prototipo di dispositivo ATIOUS progettato presso i laboratori della Aeritalia e' in grado di eseguire misure di assorbimento su componentistica aeronautica in materiale composito. La misura viene eseguita impiegando tecniche ad ultrasuoni guidati in getti d'acqua contrapposti. La scansione del pezzo in esame e' eseguita mediante un carrello a due assi X, Y con passo di scansione di 3.6mm. Il dispositivo quindi e' costituito dal carrello di

scansione, da un controllo digitale, da un trasmettitore, da un ricevitore-rilevatore una stazione di memorizzazione dei dati e di rappresentazione delle mappe rilevate. Il principio di funzionamento si basa su di un trasmettitore che emette un segnale di intensità crescente, secondo una funzione predefinita, e di un ricevitore che non appena riceve un segnale in grado di superare il suo valore di soglia, blocca la rampa del trasmettitore. La quantizzazione sull'intera dinamica di misura avviene con 64 valori discreti che definiscono la luminanza di ogni singolo punto sul monitor di rappresentazione. Dopo questa premessa descriviamo lo schema a blocchi, (allegato 2). Il blocco "Logica del sistema" basetta numero 15, attivato tramite il blocco "Preamplificatore -Filtro" che riceve e rivela il segnale, interviene mediante una parola da 6 bit e un segnale di consenso alla trasmissione, limitato nel tempo, su dei generatori di funzione, basette numero 2, 3, 4, 5, che inviano l'informazione del valore dell'intensità

piu' opportuna da trasmettere, basetta numero 1, richiudendo
cosi la catena . I valori presenti in "Logica del sistema"
tramite l'unita' "Interfaccia del sistema" , basetta numero
8, che coordina i dati di misura, con quelli di indirizzo
di scansione, vengono inviati alla stazione di
rappresentazione Rantex. La unita' di "Inizializzazione",
basetta numero 7, serve ad inizializzare il controllore
della stazione affinche' questa possa adempiere alle
proprie funzioni. La parte relativa al controllo e gestione
della movimentazione meccanica e' contenuta nelle unita'
"Logica di scansione", basetta numero 10, "Logica
encoder", basetta numero 11, e "Keyboard", basetta numero
14. L'unita' "Reset del sistema" basetta numero 13,
permette di resettare l'intero sistema all'atto
dell'accensione.

Basetta numero 1 : Trasmettitore.

Il segnale di tensione variabile determinato dal generatore di funzione e' caratterizzato dalla sigla SVL (Selector Voltage Line) e tramite le resistenze Ra e Ra1 viene modulato da Q1, accoppiato mediante la bobina L, compensatrice delle capacita' parassite del cavo coassiale di collegamento, con il trasduttore di trasmissione. Il segnale di controllo caratterizzato dalla sigla T1, dopo un ritardo, controlla il modulatore che pilota Q1. detto modulatore puo' essere calibrato tramite il potenziometro P2 per un preciso accordo sulla frequenza di risonanza del cristallo intorno a 0.5MHz. Le forme d'onda riportate sul disegno mostrano la temporizzazione tra il segnale di controllo di ingresso T1, l'ingresso e l'uscita del modulatore e il segnale di uscita.

Basetta numero 2 :Selettore di potenza V56-V63

Questa basetta riceve come ingressi gli 8 bit piu' significativi dei 64 possibili, naturalmente uno soltanto di questi e' attivo, e tramite un invertitore e un trasformatore, pilota il circuito VMCS Qi selezionando la tensione desiderata, ottenuta come differenza tra i 400 volt e la tensione di zener selezionata.

Basetta numero 2bis: Decodificatore 4/16.

Questa basetta e' completamente fuori standar per quello che riguarda le dimensioni, infatti vi e' montato un solo circuito, un decodificatore 4/16. Questo fornisce in uscita i 16 indirizzi piu' significativi per pilotare i generatori di funzione ed ha come ingressi i 4 bit meno significativi dei 6 necessari per avere i 64 livelli, i restanti 2 con l'impulso T1 servono per il controllo e l'abilitazione del decodificatore.

Basetta numero 3 : Selettore di potenza V48...V55

Il principio di funzionamento di questa basetta e' equivalente a quello descritto per la basetta numero 2, l'unica differenza e' che questa scheda fornisce le 8 tensioni che vanno da V48 a V55.

Basetta numero 4 : Selettore di potenza V16...V47.

Questa basetta riceve come ingressi i 6 bit Z1, Z2,...Z6 della parola Z che rappresenta l'assorbimento del pezzo in esame in quel punto, e il segnale T per il controllo. Questi, opportunamente decodificati e invertiti, forniscono tramite i partitori resistivi le 32 differenti tensioni, che assumano i valori da V16 a V47, da trasmettere.

Basetta numero 5 : Selettore di potenza V0..V15.

Questa basetta fornisce in uscita i primi 16 valori di tensioni da inviare al trasmettitore. Riceve come ingressi i 6 bit di selezione, che opportunamente decodificati e rigenerati, forniscono la tensione desiderata attraverso la

caduta di tensione sulla rispettiva resistenza. Sopra questa basetta sono montati inoltre due circuiti comparatori U12 e U13, che confrontano i 6 bit di indirizzo per selezionare il valore di tensione da trasmettere, con altri 6 bit predeterminati mediante interruttori, il risultato della comparazione genera segnale T1 di attivazione del trasmettitore.

Basetta numero 6 : Buffer

Sopra questa basetta ci sono montati i circuiti di pilotaggio ed adattamento del bus con il RANTEX, infatti i circuiti U3, U4, U5 ricevono come ingressi i sedici bit del bus, hanno in uscita le resistenze di pul-up ed escono per essere collegati al RANTEX. Il segnale di ingresso START controllato tramite il circuito U1 dalla linea Start/Stop, genera con i circuiti U6, U7 l'impulso di I/O WRITE per il RANTEX e l'impulso di abilitazione per la memoria, con il circuito U8.

Basetta numero 7 : Interfaccia Sistema II

Questa basetta contiene una memoria, individuata da U25 del tipo 2732A da 32K con parole da 8 bit, su cui e' memorizzato il programma che serve ad inizializzare il RANTEX, affinche' svolga la funzione di acquisizione dati, lo zoom, la scala cromatica, la rotazione della stessa e diverse altre funzioni che servono per gestire tutto il sistema. Poiche' la tecnologia della memoria e' del tipo TTL mentre la tecnologia dei circuiti di indirizzamento e di utilizzo e' del tipo CMOS e' necessario utilizzare dei circuiti di adattamento individuati dalle sigle U14, U15, U24, U23 . Poiche' la parola di uscita della memoria e' di 8 bit mentre la parola del RANTEX e' di 16 bit, occorrono dei circuiti di memoria dove caricare in tempi successivi le due parole da 8 bit, per avere la completa informazione sul bus, a cui si accede tramite circuiti del tipo registri- tristate U7, U8, U9, U10 controllati dal segnale

"Bus Enable". Il bus viene rigenerato e adattato a segnali di tipo TTL tramite i circuiti U3, U4, U5. Il circuito U1 fornisce gli impulsi di sincronismo di clock e di selezione per il bus. Gli indirizzi della Eprom sono forniti dai circuiti individuati da U13, U19, U22 che tramite il segnale di "Load" attivato dalla condizione start prom, piedino A6b, saltano all'indirizzo indicato dai microswitch S2, S4 per l'esecuzione del programma di inizializzazione e tramite un colloquio di tipo "hand-shak" con il RANTEX, I/O WRITE e Ready, il programma contenuto nella memoria viene scaricato nel RANTEX fino a quando l'indirizzo preimpostato nei microswitch S1, S3 viene riconosciuto dai micrologici comparatori U12, U18, U21. Questo determina la fine del programma e la predisposizione a fornire i segnali necessari per iniziare il processo di misura generando lo "Start-scan" con i circuiti U20, U17, U6, il segnale di commutazione al Bus, che isola la memoria tramite il Bus Enable, fornito dai circuiti U20, U17, U6, U11, riinserendo sul bus i dati provenienti dall'esecuzione delle misure.

Sul disegno sono riportate le temporizzazioni dei segnali piu' significativi.

Basetta numero 8 : Interfaccia sistema I con RANTEX

Questa basetta riceve come ingressi i codici e le informazioni per il corretto funzionamento del sistema RANTEX e piu' precisamente riceve i 16 bit del codice operativo di cui il sistema RANTEX necessita, i 16 bit del "Data Byte Count" che preannunciano quanti saranno i dati che verranno inviati, gli 11 bit delle coordinate di X e i 10 bit delle coordinate Y del punto di scansione che definiscono la posizione del "Pixel" sul monitor, ed i 6 bit di Z che rappresentano il valore numerico dell'assorbimento che il pezzo ha presentato in quel punto di scansione, i 6 bit impiegati possono offrire le 64 combinazioni di colori del pixel. Queste informazioni vengono inviate a 16 multiplex individuati da U1,.....U16 che vengono comandati da un contatore U21. Questo contatore

seleziona i vari canali partendo, dal canale desiderato preimpostato mediante microswitch, individuati dalla lettera S. L'avanzamento dell'asse X del sistema di scansione avviene tramite impulsi successivi, ognuno di questi, entrando sul piedino A6b determina l'avanzamento del contatore di selezione e il comando I/O WRITE per il sistema RANTEX. Successivamente il RANTEX invia un impulso di ritorno "Data Ready" che entra sul piedino A9b e determina un ulteriore avanzamento del sistema contatore-multiplex e la generazione di un nuovo I/O WRITE. Questo si ripete finché non vengono scaricati i gruppi dei dati nel sistema di acquisizione RANTEX che definiscono il blocco d'informazioni utili per la rappresentazione di un pixel. Ogni ulteriore impulso dal sistema di scansione, contatore X, inizia il processo sopra descritto per il successivo pixel così da formare le righe sul monitor che rappresentano il pezzo in esame con l'assorbimento relativo a ciascun punto di acquisizione. Quanto descritto è

verificabile sullo schema relativo ai circuiti U23, U24, U25 e logica connessa. I circuiti U17, U18, U19 forniscono i valori della parola relativa ad X e costituiscono un deviatore in modo da sciftare la parola di un bit variando così la risoluzione da 1,6mm a 3,6mm. Sono riportate sul disegno le temporizzazioni dei segnali che maggiormente interessano.

Basetta numero 9 :Led buffer

La basetta riceve come ingressi i 16 bit del BUS che tramite i circuiti U1, U2, U3 e dei led permettono la visualizzazione dei segnali presenti sul BUS. Viene inoltre visualizzato il segnale di I/O WRITE e quando il RANTEX e' attivo.

Basetta numero 10 : Logica di scansione.

Questa basetta oltre che controllare il sistema meccanico di scansione fornisce le coordinate X ed Y al sistema interfaccia descritto precedentemente. I segnali provenienti dagli encoder, elaborati come descritto nella basetta numero 11, cioè trasformati in clock X, up/down X, clock Y, up/down Y diventano rispettivamente gli ingressi dei contatori in cascata U1, U2, U3 e U9, U10, U11, che permettono di ottenere gli 11 bit per l'asse X corrispondenti ad una risoluzione di 2048 unità e di 10 bit per l'asse Y per una risoluzione di 1024 unità. I contatori sono predisposti per ottenere una predivisione per 4. La parola di uscita dei contatori Y viene direttamente inviata all'interfaccia, mentre la parola di uscita di X oltre che andare all'interfaccia viene inviata ai circuiti di memoria U4, U5 che vengono attivati al momento di definire le coordinate "Max x, y" mediante la Keyboard di posizionamento, cioè la massima coordinata da raggiungere durante la prova. I comparatori U6, U7, U8

confrontano costantemente il valore istantaneo di X memorizzato come detto in U4, U5. Quando si ha la coincidenza dei valori significa che e' terminata la scansione X e quindi bisogna invertire la direzione di marcia al sistema di scansione e questo avviene tramite il segnale Max scan uscente dai comparatori che agendo sul circuito U21 fa si che si inverta la direzione del motore X. I circuiti che fanno capo a U33 e U17 controllano che la posizione del ponte di scansione raggiunga la posizione minima cioè $x = 0$, $y = 0$ quando questo si verifica particolarmente per l'asse X si ottiene la inversione del movimento del motore tramite sempre il circuito U21. Questo per quello che riguarda la scansione dell'asse X, per quello che riguarda invece l'asse Y la direzione e' univoca dovendosi spostare dal valore Max al valore minimo con passo di 1.6 o di 3.2mm. Ad ogni cambiamento di direzione del motore X circuito U21 deve corrispondere l'attivazione del flip flop corrispondente all'asse Y tramite i circuiti

U28 e U26. La condizione di off di tale flip flop viene determinata dal bit meno significativo della parola di Y. Quindi ad ogni inversione di direzione dell'asse X viene attivato il motore dell'asse Y per il tempo necessario a percorrere 3,6mm. e questo fino al raggiungimento delle coordinate richieste. Per evitare che il sistema acquisisca quando la posizione del ponte di scansione e' superiore ad Xmax e Ymax il circuito U22 con il segnale uscente sul piedino B29ab inibisce il sistema di acquisizione. Il circuito U27 serve come disaccoppiatore tra i circuiti della keyboard e la circuiteria che regola la scansione. Iniziativa la scansione automatica, i circuiti U25 e U30 inibiscono i comandi di keyboard per evitare che manovre dell'operatore influiscano sul processo di acquisizione.

Basetta numero 11 : Encoder

Gli spostamenti lungo gli assi X e Y sono controllati mediante due encoder da 100 impulsi per giro. Ogni encoder genera due segnali sfasati di 90 gradi l'uno dall'altro, e a seconda della direzione di spostamento lo sfasamento sarà positivo o negativo. Essi determinano le coordinate X e Y dei vari punti di misura, e forniscono la posizione per gestire il sistema di scansione meccanico. Le uscite degli encoder entrano nella basetta sui circuiti U1 ed U3 che elaborano l'informazione fornendo due segnali, uno di clock ed uno di up/down, il circuito contatore U2 contiene la posizione assunta dal sistema di scansione. Sopra lo schema sono riportati i calcoli per la determinazione del numero di divisioni del contatore in funzione del passo della madre vite. L'insieme dei circuiti U6, U7, U8, U9 costituisce un divisore di risoluzione che permette tramite un commutatore collegato sui pidini A13ab, A12ab, A11ab, A10ab di ottenere dei rapporti di divisione pari a 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 ; per ottenere una risoluzione di 1.6 e 3.2mm

sono stati attivati solamente i primi due divisori.

Basetta numero 12 : Led x, y, z

Tramite questa basetta e' possibile visualizzare le coordinate del punto di scansione X e Y e l'assorbimento Z in quel punto. Il circuito U1 riceve come ingressi i 6 bit relativi all'assorbimento e sono collegati in uscita con altrettanti led gialli. I circuiti U2, U3 ricevono come ingressi gli 11 bit relativi alla coordinata X e sono collegati in uscita con dei led verdi. I circuiti U4 e U5 ricevono in ingresso i 10 bit relativi alla coordinata Y e sono collegati in uscita con dei led rossi.

Basetta numero 13 : Reset

Il coesistere in questo sistema di tecnologie del tipo TTL, CMOS e di vari apparati sia elettromeccanici che elettronici fa si che la funzione di questa basetta sia quella di provvedere ad un reset generale del sistema

generando segnali compatibili ,per tensioni e forma, alle diverse componentistiche ed al sistema RANTEX. Il reset generale avviene sia all'atto della accensione oppure manualmente, quando si voglia riinizializzare il sistema, tramite i circuiti R ed U1. Sul disegno sono riportate le varie forme d'onda necessarie per il corretto reset del sistema.

Basetta numero 14 : Start, Keyboard.

La circuiteria di questa basetta serve essenzialmente come supporto e interfacciamento, tramite relays, ai diversi interruttori-deviatori che costituiscono la keyboard mostrata in fig 1. Vi fanno capo i segnali di movimentazione dei motori X e Y, sui piedini 3a, 4a, 7a che tramite relays azionano i motori posti sopra il ponte del sistema di scansione. Il segnale di coordinata minima (xo, yo) piedino 13a al momento dello start, piedino 24a, genera un segnale che resetta il RANTEX e successivamente viene

generato un segnale di start per la basetta dell'interfaccia dove si trova la Eprom contenente il programma di inizializzazione del RANTEX. Con la fine di tale programma un segnale di consenso sul piedino 27a permette la definitiva attivazione della logica di scansione.

Basetta numero 15 : Logica del sistema.

Questa basetta gestisce tutto il sistema delle potenze variabili del trasmettitore realizzando così il principio fisico innovativo descritto precedentemente. Con il segnale di next scan viene attivato , tramite U16, l'oscillatore U2 che fornisce gli impulsi ai contatori up/down U3 e U6 che a loro volta forniscono l'indirizzo al generatore di funzione-trasmettitore. L'oscillatore fa sì che vengano trasmessi una serie di treni d'onda, crescenti in sequenza "up" ed decrescenti in sequenza "down", fino a quando ,nel primo caso, la potenza trasmessa non risulti sufficiente a superare l'oggetto interposto tra il trasduttore

trasmettitore ed il trasduttore ricevitore, in tal caso il segnale proveniente dal ricevitore, che entra sul piedino 15b, inibisce l'oscillatore, tramite la circuiteria U13 ed U16, bloccando il valore numerico del contatore. Detto valore rappresenta l'assorbimento del pezzo in quel punto e deve essere inviato al circuito di interfaccia. Poiche' le definizioni dei vari punti sono determinate per autocorrelazione dell'intorno, i contatori non vengono azzerati ma partono dal valore misurato precedentemente. Così quando si ha un immediato attraversamento del pezzo, viene fatto regredire il conteggio, tramite i circuiti U13, U12, U14, di tante volte quante ne occorrono perche' il segnale trasmesso non venga piu' ricevuto. Il valore dei contatori rappresenta il nuovo valore di misura. Esiste la possibilita', tramite il circuito U14 e il contatore S, di avere solamente 32 punti di misura invece dei 64 previsti. I circuiti U4 e U7 controllano il valore minimo e massimo dei contatori facendo in modo che non si verifichi un

traboccamento, inficiando così la misura in esame. Gli stessi impulsi di conteggio dei contatori determinano, tramite i circuiti U12 e U15, l'impulso di sincronismo per il trasmettitore; determinano inoltre, l'intervallo di tempo utile entro il quale un eventuale segnale del ricevitore può essere atteso, limitando notevolmente segnali spuri o disturbi. Si ha inoltre la generazione del data busy/data ready che controlla la fine del tempo di attesa del segnale da ricevere. Con ogni processo di misura viene attivato uno start che gestito dal sistema di interfaccia risponde richiedendo un nuovo next scan riiniziando un nuovo ciclo di misura.