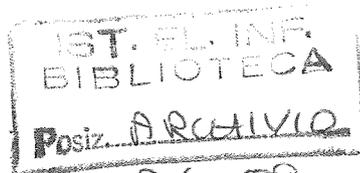


Contratto di collaborazione scientifica IEI-SEED '94-'95

Scheda per DSP SEEboard/TIC25-50.
Descrizione della realizzazione hardware.

G. Bertini, L. Landucci, L. Leodori, M. Marani

nota tecnica B4 - 59
dicembre 1995



Introduzione

L'uso di sistemi e di tecniche per l'elaborazione digitale del segnale (DSP) non è recente. Già all'inizio degli anni '60 tali tecniche venivano impiegate per l'analisi della voce umana e per la sintesi della stessa al calcolatore, nel tentativo di sviluppare metodi che consentissero alla voce di essere trasmessa senza errori lungo le linee telefoniche. La miniaturizzazione dei circuiti e l'abbattimento dei costi introdotti dalla tecnologia VLSI ci permettono di avere oggi vari tipi di microprocessori, alcuni per uso generale, altri invece orientati ad applicazioni più specializzate, molto veloci e con un set di istruzioni particolarmente orientato all'elaborazione digitale del segnale.

Questi tipi di processore vengono sempre più spesso utilizzati come componenti principali di schede da inserire nelle porte di espansione dei calcolatori.

Allo scopo di avvicinare il mondo del "Digital Signal Processing" alle richieste dall'industria, lo studio S.E.E.D., con la collaborazione del Rep. di Elaborazione Segnali ed Immagini dell'IEI-CNR di Pisa, ha progettato la scheda SEEboard/TI25-50, intendendo soprattutto creare un oggetto versatile ed il più aperto possibile alle svariate applicazioni che richiedano l'uso di microprocessori DSP Fixed Point.

Si è dunque inteso creare una scheda potente, che fosse facilmente leggibile nei suoi aspetti hardware, aperta verso il mondo esterno (interfacce fornite dalla ditta, o create dagli utenti stessi) e dotata del software necessario per supportare l'utente nella creazione di programmi propri.

E' in quest'ottica che la scheda SEEboard/TI25-50 si può dire orientata verso problemi generali del DSP che richiedano l'elaborazione numerica in tempo reale di segnali, in campo industriale, biomedico, oppure audio professionale.

Una volta caricato il software di gestione (fornito insieme alle schede), la SEEboard/TI25-50 diviene dunque uno strumento efficiente per sviluppare, testare e modificare i propri algoritmi per DSP.

Introduzione

La scheda rende possibile lo sviluppo rapido di applicazioni DSP in fixed point e la loro implementazione su un PC IBM compatibile.

Il sistema è basato sul processore DSP TMS320C25-50 della Texas Instruments, in grado di effettuare con un ciclo di istruzione di 80 ns, operazioni matematiche su numeri fixed point, compresa la funzione critica di moltiplicazione e somma.

La scheda può avere a bordo fino a 128 kwords di memoria, è dotata di una interfaccia analogica costituita dal Codec Crystal CS4248 (CS4231), e di porte di espansione per effettuare I/O parallelo o seriale.

E' presente anche un connettore per espansioni di memoria.

Per sviluppare software per la scheda sono disponibili un compilatore Assembler ed un Linker della Texas Instruments ed un compilatore C ottimizzato.

Esiste anche un monitor che fornisce un ambiente user-friendly di sviluppo e di testing del software.

La scheda è stata progettata per offrire la flessibilità come una piattaforma di sviluppo, o per essere un acceleratore di applicazioni, o come parte di un sistema integrato basato sul DSP.

Assieme alla scheda di espansione di memoria ed al supporto software, il sistema costituisce l'ambiente più completo per sviluppare applicazioni basate sul TMS320C25-50.

Applicazioni basate sul TMS320C25-50

- Audio professionale e consumer
- Acquisizione ed analisi di dati
- Coprocessore matematico veloce
- Controllo digitale ad alta velocità

La scheda SEEboard/TI25-50

Il modulo SEEboard/TI25-50 è dotato di un nucleo di calcolo basato sul microprocessore DSP TMS320C25-50 della Texas Instruments, possiede 60kword di Program Ram, è inseribile nel bus ISA PC-IBM e compatibili, e comunica con esso tramite una interfaccia Dual-Port di taglia variabile da 4 kwords, allocata nello spazio di memoria del PC ad indirizzi definibili tramite Switches; nello spazio di I/O del PC sono invece ricavati i segnali per il RESET di sistema e la generazione delle richieste di interrupt verso il TMS320C25-50, nonché segnali di controllo.

Il modulo SEEboard/TI25-50 comunica con il mondo esterno tramite una coppia di connettori Cannon da 15 e 25 poli, che consentono:

- il collegamento con le linee di ingresso MIC, LINE, AUX1, una linea di uscita OUT del Codec CS4248 (CS4231) ed una linea di uscita Cuffia amplificata
- l'accesso alla seriale bidirezionale, a 5 Mbit/s del suddetto microprocessore
- l'importazione di 3 Flag testabili dal processore
- l'esportazione di 2 segnali di selezione generabili nello spazio di I/O del processore

Per l'utilizzazione del modulo è stato sviluppato del software residente ed un insieme di tools, comprendente fra l'altro un ambiente di Editing.

Il modulo SEEboard/TI25-50 dispone inoltre di :

- un pettine di espansione sul quale sono riportati tutti i segnali del TMS320C25-50, il RESET di sistema, un segnale di selezione generabile nello spazio di I/O del PC e 2 segnali di selezione generabili nello spazio di I/O del TMS320C25-50;
- un circuito di commutazione controllato via software che consente di rendere disponibile la porta seriale del TMS320C25-50 al connettore Cannon a 25 poli e quindi ad un dispositivo esterno alla scheda, od al pettine, per essere utilizzata con una Daughter Board;
- possibilità di inviare richieste di interrupts verso il PC;
- possibilità di ricevere richieste di interrupts dal PC;

Il microprocessore

Il DSP **TMS320C25-50** lavora ad una frequenza di clock massima di 50 MHz, ed opera su interi a 16 bit.

E' in grado di eseguire un ampio set di istruzioni (133) tipiche del Digital Signal Processing, fra cui citiamo la moltiplicazione/somma di due operandi (multiply/accumulate **MAC**) che viene eseguita in 80 ns.

Tale velocità di calcolo gli consente di supportare fino a 12.5 MIPS.

Grazie alla tecnologia CMOS impiegata per la creazione dei suoi componenti interni, si puo' dire che e' uno dei dispositivi a minor consumo a disposizione sul mercato.

A quanto detto, si aggiungono le seguenti caratteristiche:

- memoria dati RAM programmabile di 544 parole a 16 bit
- memoria programma ROM di 4K parole a 16 bit
- memoria esterna indirizzabile:
 - 64K parole a 16 bit di memoria dati RAM
 - 64K parole a 16 bit di memoria programma RAM
- accumulatore a 32 bit
- istruzioni per spostamenti di blocchi di dati
- interfaccia seriale a 5 MHz
- interfaccia parallela a 16 bit
- ingressi di sincronizzazione per applicazioni multiprocessore
- interfaccia per la gestione di memoria esterna (detta Global Data Memory) condivisa con altri dispositivi

Il **TMS320C25-50** possiede la flessibilita' necessaria per poter essere configurato in modo da soddisfare un ampio spettro di applicazioni.

L'impiego di questo microprocessore é giustificato inoltre da una serie di motivi, fra i quali il buon rapporto prestazioni/costo, il fatto che tale dispositivo è tuttora uno standard industriale ed è supportato da una serie di tools di sviluppo continuamente aggiornato come C Compiler, Assembler, ecc.. Inoltre, il software sviluppato per il **TMS320C25-50** può essere impiegato eventualmente anche da alcuni processori più veloci della generazione successiva (**TMS320C50**), di recente apparizione sul mercato.

Sono presenti quattro banchi di memoria allocati sulla board, due ricavati all'interno dello spazio di memoria programma (PRAM) e due all'interno dello spazio di memoria dati (DRAM).

In particolare i 64 kwords di PRAM sono suddivisi in un banco costituito da 4 kwords di EPROM, destinato ad accogliere i programmi del monitor e le routines di start-up, ed un banco costituito da 60 kwords di RAM, utilizzata sostanzialmente per l'allocazione dei programmi, ma utilizzabile pure per lo "storage" di dati.

I 64 kwords di DRAM sono suddivisi in un banco costituito da 60 kwords di RAM destinata al contenimento dei dati elaborati o da elaborare, ed in un banco di 4 kwords di memoria Dual Port utilizzata per la comunicazione e lo scambio dati con il PC Host.

La velocità delle memorie utilizzate consente di eliminare stati di attesa durante gli accessi ad esse da parte del microprocessore.

L' interfacciamento con il PC

La scheda si interfaccia con il PC Host tramite una Dual Port IDT7024 ad alta velocità di dimensioni $4k \times 16$, allocata nello spazio di memoria del PC ad indirizzo configurabile tramite Switches.

Tale Dual Port viene utilizzata per lo scambio di dati, di controlli e per la gestione della comunicazione stessa.

La IDT7024 rende disponibili due porte totalmente indipendenti con controlli, indirizzi e dati separati, che consentono un accesso in scrittura od in lettura, a qualsiasi cella, indipendente al PC ed al TMS320C25-50.

Esistono all'interno di questo dispositivo 8 locazioni univocamente indirizzabili ed indipendenti dalle locazioni di memoria, che possono essere utilizzate come "semafori" da usare nella creazione di eventuali protocolli di comunicazione "custom".

Tali locazioni sono mappate nello spazio di I/O del PC, ove sono anche generabili i segnali di RESET del sistema i segnali di richiesta di interrupt al TMS320C25-50 da parte del PC ed altri segnali di controllo (uno dei quali è riportato anche sul pettine di espansione della scheda).

Lo spazio di I/O, visto complessivamente come un insieme di 16 indirizzi contigui a partire dal valore base 300_{16} (768_{10}); è configurabile tramite microswitch.

L'interfaccia analogica

L'interfacciamento con il mondo analogico può avvenire tramite il Codec Crystal CS4248 (CS4231) in dotazione alla scheda stessa (on board), i cui segnali sono disponibili su un connettore Cannon a 15 poli, od anche grazie ad Hardware esterno gestibile tramite la seriale full-duplex del TMS320C25-50, 8 bit di dato, tre Flag importabili e due segnali di selezione, generati nello spazio di I/O del TMS320C25-50, disponibili su un connettore Cannon a 25 poli.

Entrambi i connettori sono presentati sulla "squadretta" della scheda stessa.

Il CS4248 (CS4231)

Si parla di CS4248 e di CS4231 poichè entrambi i dispositivi possono essere utilizzati essendo tra loro pin to pin compatibili.

Il CS4248 è un Codec audio stereo totalmente programmabile, in grado di supportare frequenze di campionamento che vanno da 4 a 50 kHz con una risoluzione di 16 bit.

Tale dispositivo include un A/D, un D/A, filtri anti-aliasing e filtri di ricostruzione, può operare un mixaggio analogico tra segnale in ingresso e segnale in uscita, può ricevere in ingresso sia segnali di linea che microfonicici, può operare una codifica A-Law / u-Law e può contemporaneamente acquisire e restituire segnali in banda audio fornendoli in forma digitale e ricevendoli dal TMS320C25-50 in modo parallelo su 8 bit.

Il CS4231 è sostanzialmente uguale al CS4248 con in più la possibilità di operare sul segnale in ingresso una compressione ADPCM che fornisce un campione a 4 bit da un campione a 16 bit lineari.

La porta seriale

La seriale del TMS320C25-50 è disponibile sia sul connettore Cannon a 25 poli sia sul pettine di espansione.

La selezione della seriale, sul connettore o sul pettine, viene fatta via software.

Tramite la seriale, 8 bit di dato, tre flag importabili e due segnali di controllo, la scheda ha la possibilità di interfacciarsi anche con dispositivi esterni di conversione.

Per convertitori esterni è possibile specificare se il segnale di sincronismo (FSX) relativo alla trasmissione dei dati da parte del **TMS320C25** deve essere generato dal microprocessore stesso oppure dal convertitore.

Già sono stati sviluppati gruppi di conversione esterni, che comunicano i dati alla scheda tramite la seriale di cui sopra:

- Gruppo di conversione stereo Hi-Fi, costituito nella sua parte di conversione A/D da una coppia di convertitori sigma delta a sovracampionamento DSP56ADC16 della Motorola, sui quali è possibile regolare via trimmer l'offset sul segnale in ingresso.

La parte D/A è costituita dal convertitore stereo Philips SAA7323.

Tale modulo può ricevere in ingresso sia segnali di linea che segnali microfonicici, e restituisce in uscita segnali con livello di linea e segnali amplificati per Cuffia.

- Gruppo di ricezione digitale AES/EBU costituito dal ricevitore digitale Crystal CS8412 e dal convertitore D/A stereo programmabile a 16/18 bit Texas Instruments TMS57014.

- Gruppo di Trasmissione digitale AES/EBU costituito dal trasmettitore digitale Crystal CS8402, dal convertitore A/D stereo sigma delta a sovracampionamento

Analog Devices AD1878 a 16/18 bit e dal convertitore programmabile a 16/18 bit Texas Instruments TMS57014 per monitorare i segnali trasmessi via CS8402.

Il pettine di espansione

Sul pettine di espansione sono presenti tutti i segnali del TMS320C25-50:

- 16 bit di indirizzo
- 16 bit di dato
- 6 linee per la seriale full duplex
- 2 linee di interrupt
- 3 linee di selezione (IS,PS eDS)
- 1 linea di R/W\
- RESET di sistema
- 8 linee di controllo
- 1 linea di selezione gestibile da PC
- 2 linee di selezione gestibili da TMS320C25-50

Tale pettine può essere usato per espandere la memoria (sia PRAM che DRAM) della scheda, poichè è selezionabile via software la memoria interna (on board) o quella esterna, o per aumentare la potenza di calcolo della SEEboard/TI25-50 con l'aggiunta di Hardware "custom".

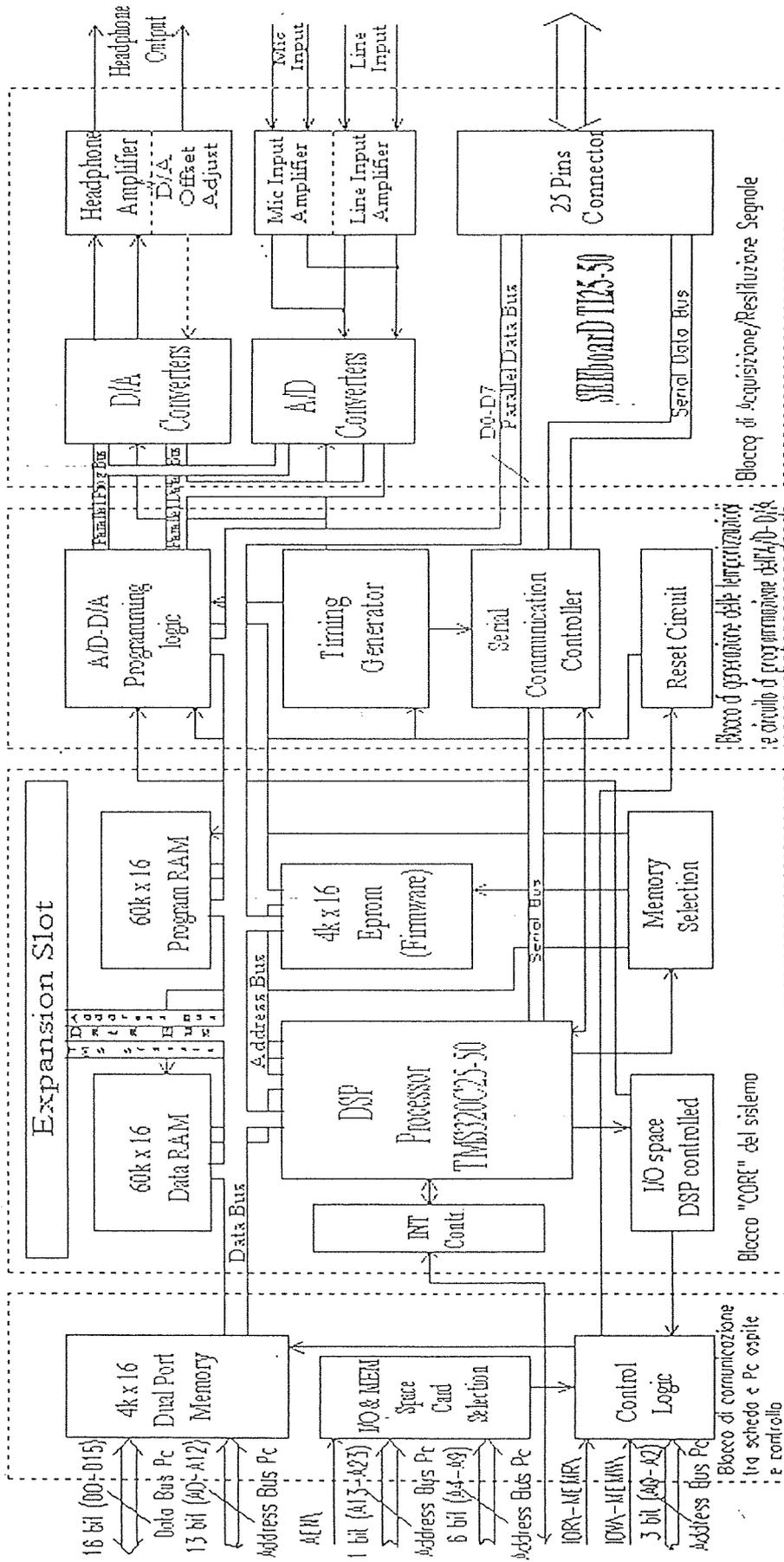
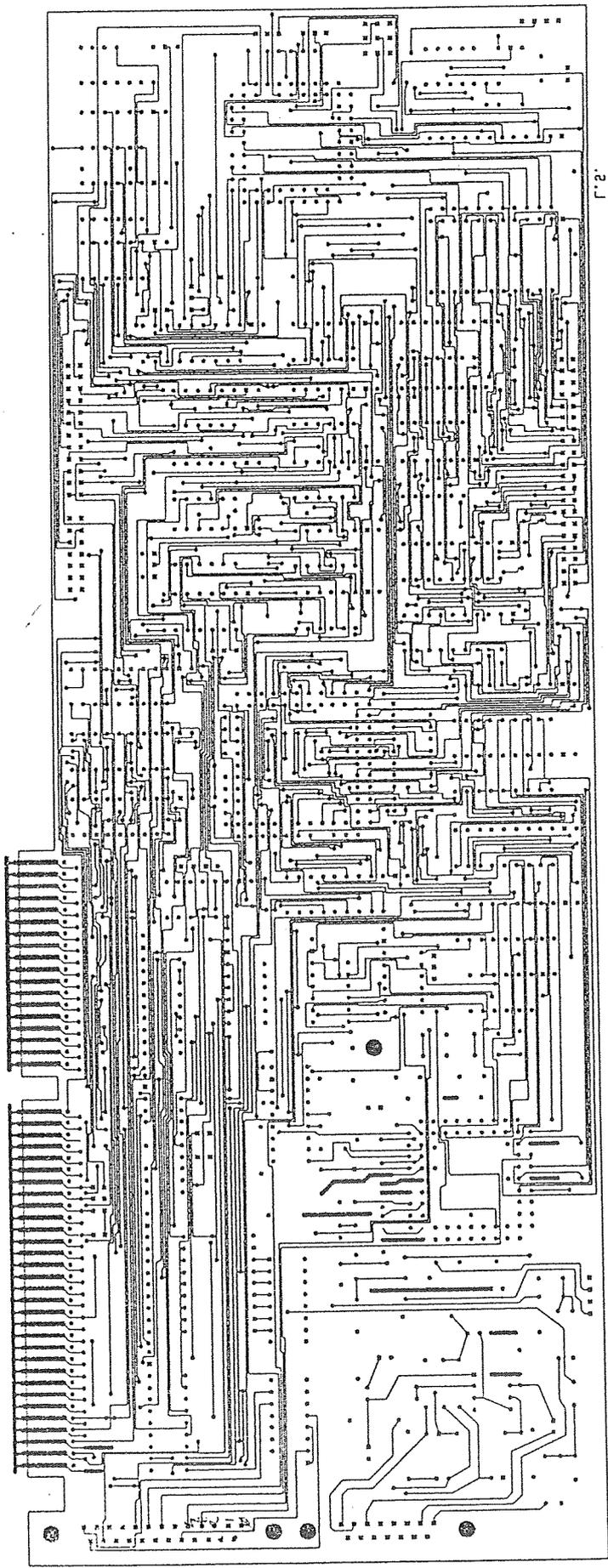
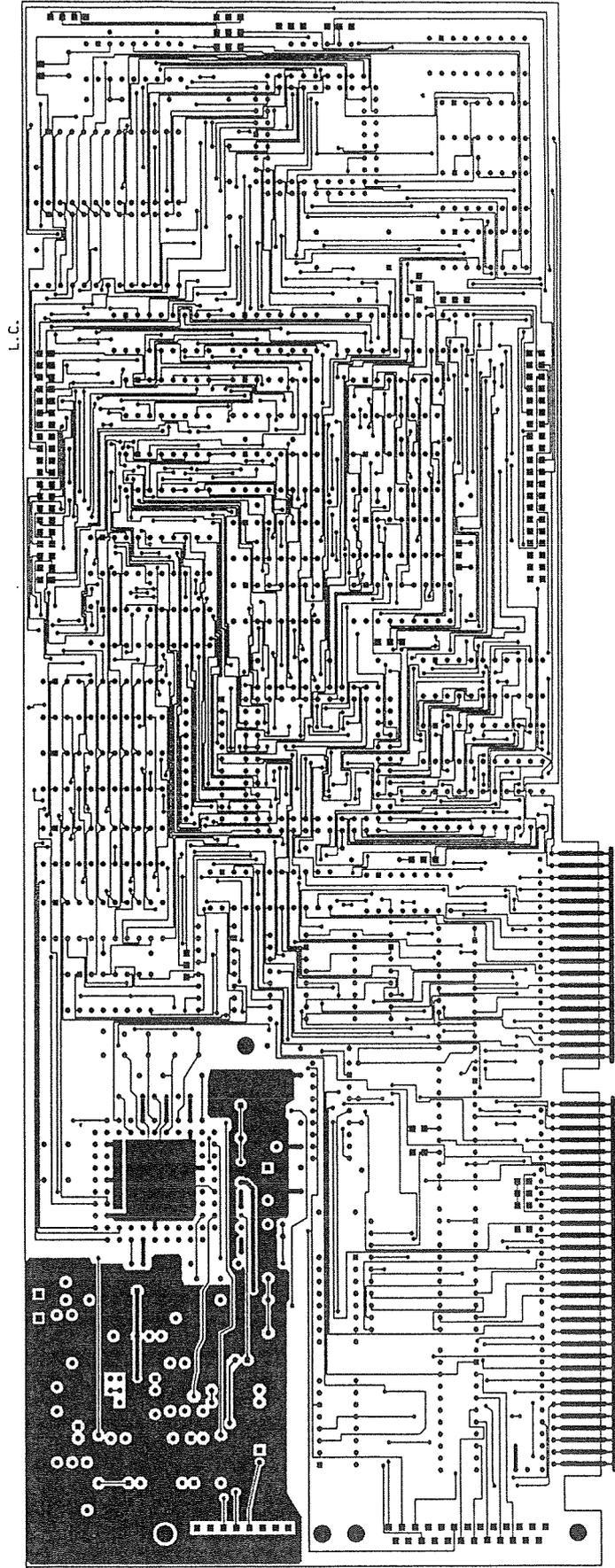
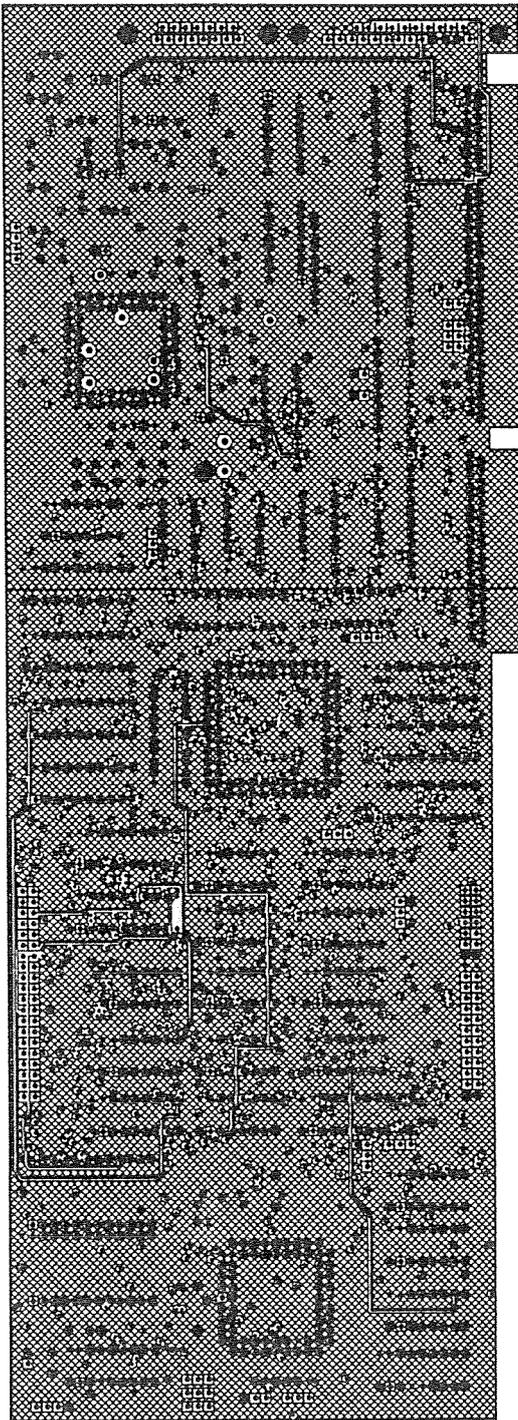


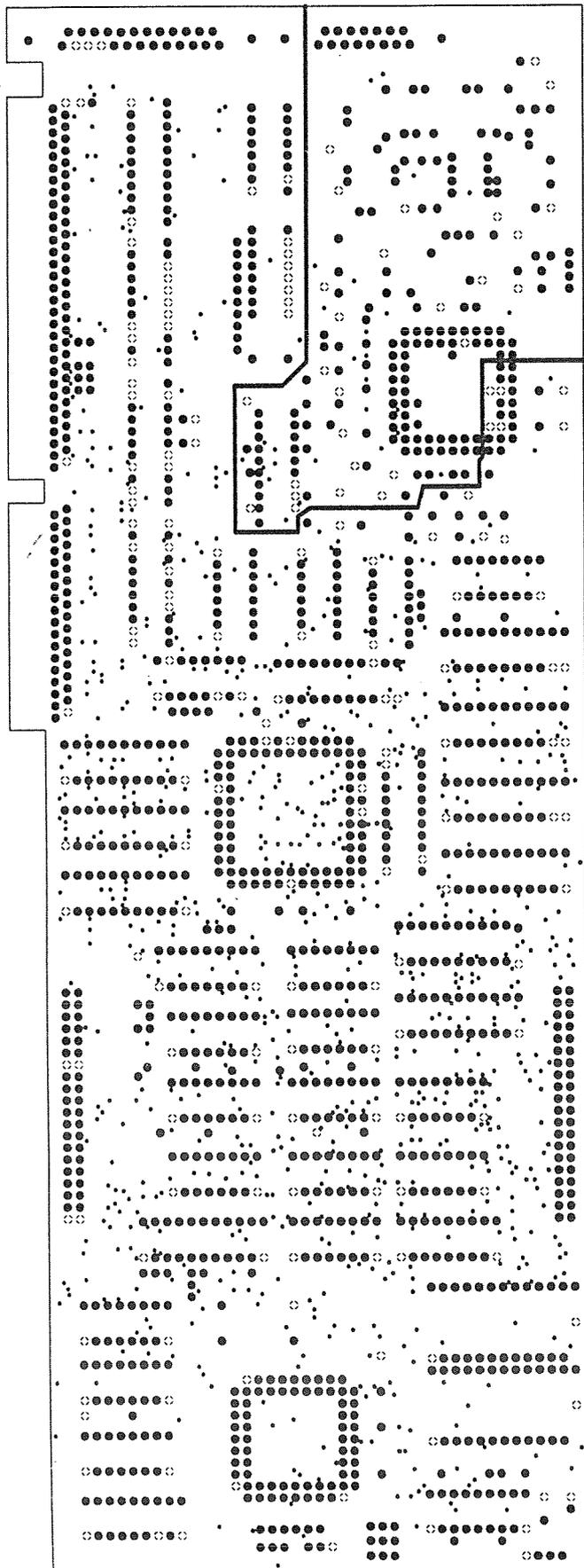
Figura 1





1043 Br.





INT2 GND

