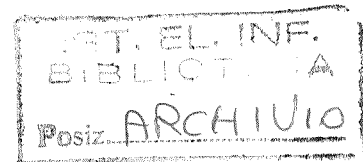


Consiglio Nazionale delle ricerche



**ISTITUTO DI ELABORAZIONE
DELLA INFORMAZIONE**

PISA

Overview sul sistema di disegno e sbroglio
elettronico P-CAD

A. Landucci
Nota Interna n. B4-52
Dicembre 1990

INTRODUZIONE

Questo manuale introduce il P-CAD, un sistema di soluzione software per il disegno di circuiti elettronici e la realizzazione del layout del circuito stampato.

Le tre fasi principali di un sistema CAD (Computer Aided Device) sono:

- 1) Introduzione dello schema elettronico
- 2) Verifica dello stesso
- 3) Realizzazione del layout PCB

Per l'introduzione dello schema, P-CAD provvede con un programma che permette di creare ed editare schemi elettronici, creare nuovi simboli, archiviabili nelle librerie del sistema o su nuove.

Questo programma grafico, ci consente di eseguire disegni gerarchici o multifoglio.

Il database dello schema può essere trasformato da binario in formato ASCII, infine è possibile avere un'uscita dello schema sia su stampante che su plotter.

Per la verifica del disegno P-CAD provvede con programmi di simulazione digitali o analogici.

Per il PCB layout, P-CAD provvede con un programma di editazione e creazione di componenti e del circuito stampato.

Inoltre un sistema di piazzamento automatico e un potente Autorouter permettono la realizzazione di circuiti ad altissima densità in maniera del tutto automatica.

Infine P-CAD permette ai suoi programmi di essere interfacciati in maniera bilaterale con altri sistemi CAD.

EQUIPAGGIAMENTO DI P-CAD

I prodotti P-CAD girano su sistemi operativi PC-DOS e MS-DOS versione 3.x e successivi, supportano le seguenti configurazioni hardware:

- 1) IBM PC/AT e compatibili con adattatore grafico, monitor e periferiche.
- 2) HP Vectra PC con adattatore grafico, monitor e periferiche.
- 3) Nec PC-98XA con adattatore grafico Nec, monitor e periferiche.
- 4) Olivetti PE28 con adattatore grafico, monitor e periferiche.

Il minimo hardware richiesto da questo sistema è il seguente:

- 1) 640K RAM
- 2) 1 Floppy disk drive da 1.2Mb
- 3) 1 Disco rigido da 20Mb
- 4) 1 Porta seriale RS 232
- 5) 1 Mouse (Microsoft, Mouse Sistem, Logitech, Texas, Nec)

E' fortemente raccomandato una espansione di RAM di almeno 1Mb (LIM compatibile) e di un coprocessore matematico.

DOCUMENTAZIONE RELATIVA AL SISTEMA P-CAD

Manuale del PC-CAPS. Cattura dello schema e controllo della continuità dei collegamenti.

Manuale del PC-CARDS. PCB layout e stampa.

Manuali dei programmi di utilità:

- * SISTEM SHELL
- * PC-NODES - Programma per l'estrazione della netlist.
- * PC-LINK - Programma di fusione di più netlist in una sola (schemi gerarchici e multifoglio)
- * PC-FORM - Programma per la conversione di una netlist binaria in una in formato ASCII.
- * PREPACK - Programma di predisposizione dei dati per introdurli in PC-PACK.
- * PC-PACK - Programma di trasformazione dei simboli in componenti reali.
- * PC-BACK - Programma di back-annotation delle modifiche fatte sul PCB.
- * PC-PRINT - Programma di uscita su stampante.
- * PC-PLOTS - Programma di uscita su plotter.
- * PC-NLC - Programma per la comparazione di due netlist.
- * PC-ERC - Programma per il controllo delle netlist.
- * PC-COMP - Programma di editing dei componenti.
- * PC-LIB - Programma per la archiviazione e l'estrazione dei componenti dalle librerie.

DOCUMENTAZIONE RELATIVA AL PCB

Manuali di:

- * PC-PHOTO - Programma di uscita per fotoplotter.
- * PC-DRC - Programma di controllo delle norme relative ai circuiti stampati.
- * PC-NLT - Programma in formato ASCII di input a PC-CARDS.
- * PC-ECO - Programma di back-annotation e forwar-annotation. (riporta automaticamente le eventuali modifiche fatte sul PCB allo schema e viceversa)
- * PC-DRILL - Programma di interfacciamento con macchine di foratura a controllo numerico.
- * PC-INSERT - Programma di interfacciamento con macchine per l'inserzione automatica dei componenti.

Manuale del PC-PLACE. Programma di piazzamento automatico dei componenti del PCB.

Manuale del PC-ROUTE. Programma di filatura automatica del PCB.

Manuale del RIP-UP-ROUTER. Programma opzionale che consente la risoluzione della filatura del PCB al 100%.

Manuale del PDIF. Programma bidirezionale, in formato ASCII, di interfacciamento con altri sistemi CAD.

SISTEMA P-CAD OVERVIEW

Questo capitolo contiene una introduzione al sistema, la lista delle caratteristiche e include una rapida guida alla realizzazione del layout di un circuito stampato.

INTRODUZIONE

Il P-CAD è un sistema software per il disegno e l'ingegnerizzazione elettronica dei circuiti e offre le seguenti possibilità:

- 1) Stesura di uno schema elettronico e verifica dello stesso.
- 2) Realizzazione del layout del C.S. (PCB)

Il sistema consiste in svariati programmi che funzionano unitamente l'uno all'altro, la fig.1 mostra come questi programmi lavorano concatenati fra di loro.

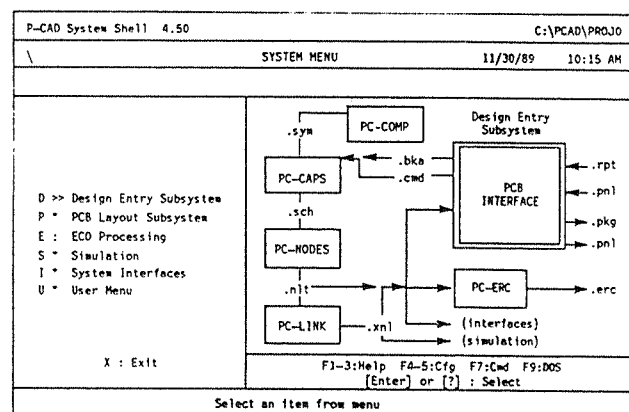


fig.1

Il sistema di disegno schematico produce un database comune a tutti i programmi di utilità sia per il disegno che per l'interfacciamento con l'esterno.

Il database è generato sottoforma di schemi grafici visibili sullo schermo del computer; con lo stesso database è possibile ottenere un'uscita su plotter. Infine l'estrazione della netlist permette di trasformare automaticamente i simboli in parti reali che serviranno da input al sistema di realizzazione del PCB.

Le informazioni del sistema schematico possono essere quindi trasferite automaticamente al sistema realizzativo.

Disegni multifoglio possono essere raggruppati in una sola netlist.

Le modifiche relative al nome dei componenti, lo scambio dei pins dei gates, effettuate nel sistema realizzativo PCB, possono essere riportate automaticamente sul sistema schematico.

Il sistema realizzativo PCB provvede alla completa realizzazione del layout del C.S. utilizzando un programma di piazzamento automatico dei componenti, un programma di autorouting dei collegamenti, un programma di controllo delle norme realizzative e infine un programma di interfaccia con sistemi realizzativi industriali.

CARATTERISTICHE DEL P-CAD

Il sistema P-CAD fornisce la perfetta trasformazione di uno schema logico in un circuito stampato.

I programmi controllano le norme di disegno, generano una netlist per la simulazione, piazzano automaticamente i componenti, eseguono l'autorouting dei collegamenti infine creano un output per i sistemi automatici di produzione.

Le caratteristiche essenziali sono di seguito descritte:

SISTEM SHELL

Il sistem shell è il sistema che assiste il progettista attraverso tutte le fasi del processo; esso comprende un menu principale dal quale sono selezionabili tutti i programmi di lavoro e i programmi di aiuto.

DATABASE INTELLIGENTE

Esistono due formati P-CAD principali; uno comprendente i dati riguardanti lo schematico e uno comprendente i dati riguardanti il circuito stampato.

Ciascun database contiene tutte le informazioni relative ai simboli elettronici, al disegno schematico, ai componenti fisici e alle piste del C.S.

Il database del C.S. può derivare da quello dello schematico.

Tutti i programmi di P-CAD possono lavorare con questi database o da netlist derivate da questi database.

LIBRERIE SUPPORTATE DAL SISTEMA

Il sistema P-CAD supporta librerie di componenti standard, semicustom e SMT (surface mount technology) del tipo:

- * AMD part e simboli
- * CMOS part e simboli
- * DISCRETI part e simboli
- * DSP (componenti non omogenei) part e simboli
- * ECL part e simboli
- * ELETTROMECCANICI part, simboli, fogli di lavoro e contorni di schede
- * INTEL Microprocessori part e simboli
- * LINEARI part e simboli
- * MEMORIE part e simboli
- * MOTOROLA Microprocessori part e simboli

- * NATIONAL Semiconduttori part e simboli
- * IC Semicustom part e simboli
- * TTL part e simboli, standard, fast e shotty
- * ZILOG Microprocessori part e simboli

A queste librerie il disegnatore può aggiungere altri componenti da lui realizzati.

ARCHITETTURA APERTA

Il programmatore o il disegnatore possono ricevere qualsiasi informazione dal database del progetto, attraverso il programma PDIF, che permette di trasformare il formato binario in formato ASCII.

EDITOR INTERATTIVO

L'editore grafico permette al disegnatore di modificare il layout sia dello schematico che del C.S. Il progettista può manipolare filature, aggiungere testi, copiare porzioni di disegno, muovere componenti, ruotarli e cancellarli. Possono infine essere salvate porzioni di schemi e usate in altri schemi.

TECNOLOGIA SURFACE MOUNT

Il sistema di progetto del PCB supporta componenti per tecnologia SMT. (Surface Mount Technology)

DOCUMENTAZIONE DEL PROGETTO

Il sistema fornisce una completa uscita del progetto su stampante, su plotter e su fotoplotter.

ACCENNO ALLA COSTRUZIONE DI UN CIRCUITO

I seguenti punti sono la guida alla realizzazione del layout di un circuito stampato; alcuni punti sono opzionali mentre alcuni programmi possono essere usati in un diverso ordine.

- 1) Installare il sistema con il programma Autoloader.
- 2) Se si pensa di usare un interfacciamento con un altro sistema, fare molta attenzione nella preparazione del database dello schematico.
- 3) Usare PC-CAPS in symbol mode per costruire un simbolo che necessita e non è presente nelle librerie a disposizione.
- 4) Usare PC-CARDS in symbol mode per costruire il file di una part che non è presente nelle librerie del sistema.
Volendo poi plottare o fotoplottare il layout PCB è necessario costruire con PC-CARDS in symbol mode i pad da assegnare ai vari tipi di pin. Dopo avere eseguito queste operazioni si deve procedere alla costruzione del file .SSF (special symbol file) per eseguire il linkaggio di quei pad (piazzole) sul PCB.
- 5) Usare un TEXT EDITOR per creare il file di Cross-Reference.
- 6) Usare PC-CAPS in detail mode per disegnare lo schema elettronico.
- 7) Usare PC-PLOTS o PC-PRINT per ottenere la stampa o il plottaggio dello schema.
- 8) Usare PC-NODES per estrarre la netlist dello schema. Se lo schema è del tipo multifoglio, estrarre la netlist di ogni singolo foglio.
- 9) Usare PC-LINK per fondere le netlist di schemi multifoglio in una sola.
- 10) Usare PC-ERC per controllare la continuità dei collegamenti fra i componenti di uno schema.
- 11) Usare PC-FORM per produrre una lista dei componenti e dei collegamenti in formato ASCII.
- 12) Usare PC-PACK per ottenere la trasformazione di un simbolo in una parte reale per il PCB; volendo visualizzare il listato di questa operazione basta usare la netlist generata da PC-PACK come input in PC-FORM.
- 13) Usare PC-CARDS o PC-PLACE per definire il piazzamento ottimale dei componenti del PCB sulla scheda.
Usare PC-CARDS anche per predefinire barriere all'autorouting, utilizzabili da PC-ROUTE. Usare infine PC-CARDS per tracciare piste manualmente (es. alimentazioni) prima dell'autorouting.
- 14) Usare PC-ROUTE per eseguire lo sbroglio automatico del PCB.

- 15) Usare PC-CARDS per completare il tracciamento di quelle piste che l'autorouting non è stato in grado di eseguire.
- 16) Usare PC-DRC per controllare che il PCB non abbia violazioni alle norme che regolano la costruzione dei C.S. (piste troppo vicine ecc.); all'occorrenza eseguire le correzioni usando PC-CARDS.
- 17) Usare PC-ECO nel caso in cui siano state effettuate modifiche manuali sul PCB e si vogliono automaticamente riportare sullo schema elettronico.
- 18) Se intendiamo avere un plottato del PCB, usare PC-CARDS per effettuare il linkaggio delle piazzole richiamando il file special symbol file (.SSF).
- 19) Volendo infine effettuare un interfacciamento con un sistema automatico di foratura e di inserzione dei componenti sulla scheda, usare nel primo caso PC-DRILL e nel secondo PC-INSERT.

DESCRIZIONE DEL SISTEMA

In questo capitolo viene descritto il modo di realizzare uno schema elettrico, la verifica dello stesso e la realizzazione del layout PCB.

DISEGNO DELLO SCHEMA

Il programma PC-CAPS (capture schematic) ci consente di realizzare qualsiasi tipo di schema elettrico e elettronico.

INTRODUZIONE

Usando il PC-CAPS, il disegnatore ha la possibilità di accedere alle librerie dei simboli elettronici, del tipo standard e del tipo semicustom. Sarà inoltre generato un database integrato del disegno per mezzo del quale si potranno avere molte possibilità, come effettuare vari controlli o varie uscite del disegno. Vengono di seguito elencate le varie possibilità:

- * Disegni Multisheet. Gli schemi di grosse dimensioni possono essere suddivisi su vari fogli.

- * Disegni Gerarchici. Si possono costruire simboli che rappresentano schemi elettronici; questi simboli possono poi essere usati come componenti in schemi elettrici di livello più alto nella gerarchia. I livelli gerarchici supportati da P-CAD sono 15.
- * Editore Grafico Interattivo. Il programma di cattura schemi è pilotato da un menù. Il menù è composto da un completo set di comandi, che permettono di introdurre componenti, di tracciare collegamenti, di ruotare, copiare, muovere, cancellare, sia singole parti che gruppi di elementi.
- * Controllo degli Errori. E' possibile effettuare il controllo della continuità dei collegamenti tra i vari componenti e la giusta assegnazione a un simbolo della rispettiva parte fisica.
- * Confronto delle Netlist. Si possono eseguire delle comparazioni fra due net list di uno stesso schema o PCB dopo che si siano effettuate alcune operazioni su di esso; e avere un report delle eventuali differenze.
- * ack-Annotation. Variazioni effettuate sul PCB possono essere riportate automaticamente nel database dello schema elettronico.
- * Informazioni su Collegamenti o Gruppi di Componenti Critici. Collegamenti e gruppi di componenti critici possono essere definiti sullo schema elettronico e le informazioni riportate poi al momento di effettuare il piazzamento automatico dei componenti del PCB sulla scheda.
- * Completa Documentazione del Disegno. A ogni simbolo senza nome, verrà assegnato un nome dal sistema. Può essere introdotto qualsiasi tipo di testo, in qualsiasi dimensione e angolazione. Verrà generata una lista dei componenti e dei collegamenti.
- * Supporto Cartaceo dello Schema. E' possibile ottenere l'uscita dello schema su stampante o plotter.

OVERVIEW DEL SISTEMA DI INTRODUZIONE DELLO SCHEMA

La fig.2 mostra lo schema di flusso relativo al programma PC-CAPS

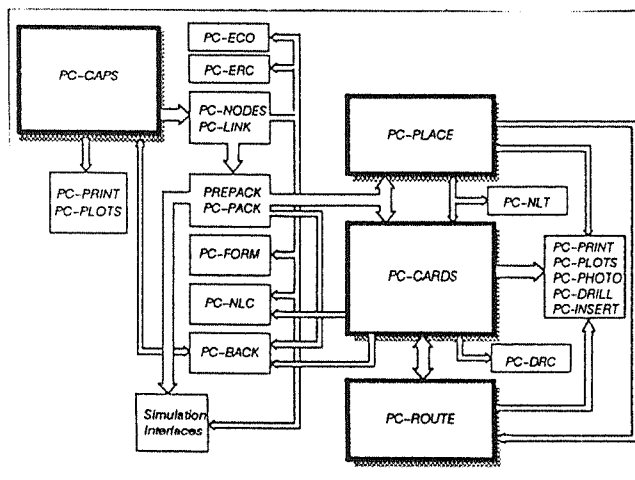


fig.2

Un database è generato da PC-CAPS, che servirà poi, come si è visto precedentemente per piazzare i componenti sulla scheda e per tracciare le piste di collegamento. PC-NODES estrae una lista binaria da questo database. Se il disegno dello schema è del tipo multifoglio, ciascun foglio è composto da un database individuale, che PC-LINK combinerà generando un'unica netlist. La netlist generata, può essere utilizzata da PC-ERC, che controlla l'integrità dei dati rispetto al disegno reale. Anche PC-FORM utilizza questa netlist per generare una completa documentazione del disegno. Infine la stessa netlist potrà essere utilizzata da PC-NLC per la comparazione delle netlist. Gli schemi possono essere stampati o plottati con i due programmi PC-PRINT e PC-PLOTS.

CARATTERISTICHE DEL PROGRAMMA PC-CAPS

Il programma di cattura dello schema è, come precedentemente osservato, un editore grafico con il quale si disegnano gli schemi e che offre le seguenti possibilità:

- 1) Permette di creare uno schema utilizzando simboli predefiniti.
- 2) Editare gli schemi
- 3) Disegni multifoglio e gerarchici.
- 4) Costruire nuovi simboli elettronici.
- 5) Assegnare attributi ai simboli.
- 6) Creare linee di bus.
- 7) Mettere sui punti di connessione dei fili il simbolo di saldatura.
- 8) Ottenere un'uscita per la documentazione.
- 9) Indicare i gruppi e le singole parti critiche in uno schema.

CRAZIONE DEGLI SCHEMI

In questo capitolo viene fatta una panoramica sia sulla costruzione degli schemi e dei simboli, sia sulle possibilità offerte dal sistema, quali le uscite di stampa, di plot e la netlist; inoltre verranno mostrate le possibilità di controllo dello schema e l'assegnazione della parte reale a un simbolo. (packaging). La fig.3 mostra l'esempio di uno schema elettronico come appare sullo schermo del computer, utilizzando l'editore grafico PC-CAPS.

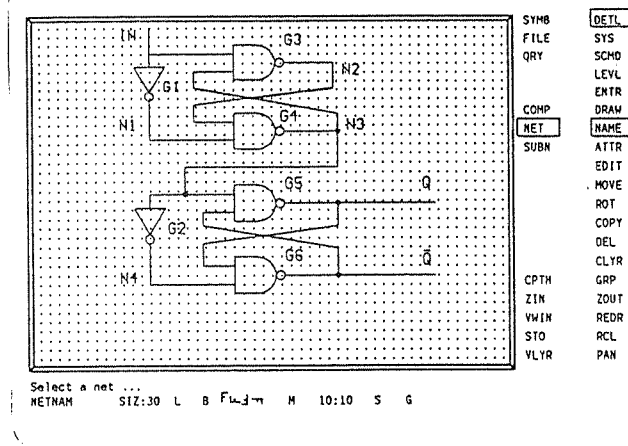


fig.3

Per effettuare il disegno di uno schema, i vari simboli elettronici (che rappresentano i componenti di un circuito) sono immessi in un foglio di lavoro e uniti tra loro per mezzo di collegamenti o fili in maniera opportuna.

Lo schema può essere editato, segmenti e vertici possono essere aggiunti, cancellati e spostati. Quando un segmento o un componente viene spostato le connessioni vengono mantenute. I puntini di saldatura dei collegamenti vengono messi automaticamente dal sistema o manualmente dal disegnatore.

Ai componenti e ai collegamenti può essere assegnato un nome, per l'identificazione o per l'interfacciamento con i simulatori.

PC-CAPS permette la creazione di collegamenti a BUS.

Attributi, consistenti in testi o nomi possono essere aggiunti nei pressi dei componenti per specificarne le caratteristiche. Questi attributi possono essere riportati dai programmi di report o da altri programmi P-CAD. Le connessioni di massa o di alimentazione del simbolo possono essere associate alla parte fisica, definendole come attributo del simbolo stesso.

Quando lo schema è completo, può essere salvato su un file con estensione di default .SCH e naturalmente può essere plottato o stampato.

SCHEMI MULTIFOGLIO

Molti schemi richiedono varie informazioni dettagliate per cui è conveniente distribuirli su più fogli. Il risultato è che otteniamo così più netlist che verranno poi fuse in una sola. L'interconnessione di un collegamento presente su vari fogli viene effettuata dando uno stesso nome al collegamento su tutti i fogli in cui è presente.

COSTRUZIONE DI UN SIMBOLO

Quando un simbolo non è presente nelle librerie di F-CAD è possibile costruirlo.

Un simbolo può essere composto dalle seguenti parti grafiche:

- * Archi, cerchi, linee.
- * Nome del simbolo.
- * Rappresentazione grafica di ingresso, uscita e altri tipi di pin.
- * Attributi vari (1K, TTL, ecc.).
- * Informazione di package, per associare il simbolo alla parte fisica.
- * Nome dei pin.
- * Locazione del reference che assegnerà il disegnatore al componente, nonché la locazione dei nomi e dei numeri dei pin se essi verranno preassegnati.

Tutte queste informazioni saranno contenute in un file il cui nome generalmente corrisponde al nome del simbolo e con estensione .SYM. La fig 4 mostra un esempio di simbolo elettronico con tutte le varie informazioni in esso contenute.

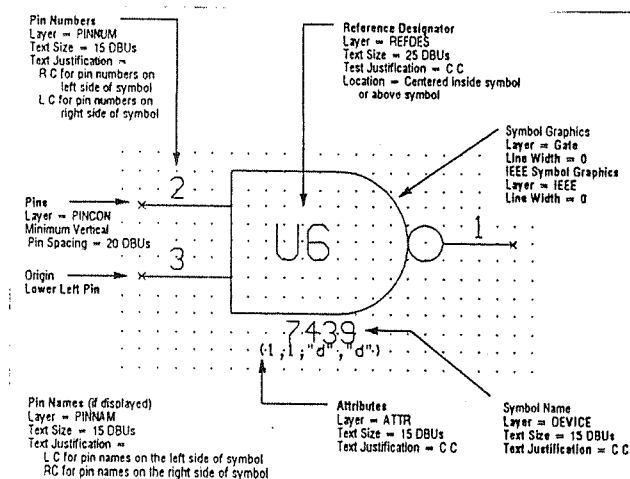


fig.4

STRUTTURA GERARCHICA

PC-CAPS supporta disegni gerarchici permettendo al disegnatore di definire l'insieme di uno schema elettrico come un simbolo. Questo simbolo può in seguito essere usato in un livello gerarchico superiore come componente di un'altro schema. Le possibilità di vedere in dettaglio lo schema o il simbolo sono contenute in uno stesso file.

NETLIST DELLO SCHEMA E GENERAZIONE DI UN REPORT

Gli schemi eseguiti con PC-CAPS, sono salvati in un file che servirà come input di PC-NODES, per generare una netlist del lavoro. La netlist è una lista dei componenti dello schema con informazioni di come essi sono connessi fra loro. La netlist è prodotta in formato binario (leggibile solo dal sistema) per poterla interfacciare con il simulatore, con il layout PCB, con il generatore di report, con il controllore delle norme e infine con il comparatore delle netlist.

PRODUZIONE DI UN REPORT FILE

- 1) PC-NODES estrae la netlist binaria dal database dello schema, o dal database del PCB.
- 2) Se lo schema è del tipo multifoglio o gerarchico, PC-LINK unisce le varie netlist in una sola.
- 3) PC-FORM converte la netlist binaria in formato ASCII.

Il report prodotta da PC-FORM comprende, i componenti, i nodi, i collegamenti, la lista dei package e dei materiali.

NETLIST DEL PACKAGE

La netlist prodotta da PC-NODES, ci fornisce tutte le informazioni relative ai simboli e ai collegamenti di uno schema elettronico. Il programma di utilità PC-PACK usa questa netlist unitamente a un file chiamato di CROSS-REFERENCE per la produzione di una netlist di package, (trasformazione di un simbolo in componente reale) che potrà essere introdotta in PC-FORM per ottenere la lista dei materiali, dei componenti e dei collegamenti. Questa lista comprende anche i numeri dei piedini e i nomi assegnati ai componenti.

Il file di cross-reference è un file che fornisce indicazioni sulle corrispondenze fra simbolo e parte reale; esso è prodotto dal disegnatore in formato ASCII e compilato da PC-PACK in forma binaria, per essere poi usato da vari programmi P-CAD.

STAMPA E PLOTTAGGIO

Il file di stampa e di plottaggio è prodotto dai seguenti programmi di utilità :

PC-PRINT produce il file di stampa

PC-PLOTS produce il file di plot

PCB LAYOUT

Il sistema di layout PCB consiste in una serie di programmi per la realizzazione e la documentazione del layout di un circuito stampato.

INTRODUZIONE

Usando il sistema di produzione layout PCB di P-CAD, il disegnatore ha la possibilità di accedere alle librerie dei componenti reali, che comprendono varie famiglie; TTL, CMOS, DISCRETI, SMT e molte altre.

Le fasi essenziali del sistema produzione PCB sono le seguenti:

- * Realizzazione del layout PCB. Il PCB può essere realizzato sia in maniera manuale che in maniera automatica. Il sistema supporta la tecnologia SMT, la massa diffusa e la filatura intelligente.
- * Costruzione dei componenti reali. Il file del componente comprende la pate grafica e i dati del package; (numero, nome e tipo dei pin) questo file può essere realizzato interattivamente o semi-interattivamente con i programmi PC-COMP o PDIFIN.
- * Librerie dei componenti standard. Il sistema è provvisto delle librerie di tutti i componenti standard.
- * Autopiazzamento. I componenti possono essere piazzati automaticamente sulle schede. Il piazzamento può essere migliorato in fasi successive utilizzando opzioni di aiuto interattive al programma.
- * Autorouting. La tracciatura delle piste di collegamento del PCB può essere realizzata automaticamente.
- * Uscite per la realizzazione. Si possono ottenere output per fotoplotter, nastri per la foratura automatica e gli elenchi dei materiali utilizzati.

- * Controllo degli errori. E' possibile effettuare controlli on-line della continuit  dei collegamenti e della rispondenza alle norme di progetto dei C.S.
- * Back-annotation. Informazioni relative a modifiche effettuate sul package dei componenti (cambio dei gate o dei pin) in fase di realizzo del PCB, possono essere rilevate dal sistema, e riportate sullo schema elettronico.

OVERVIEW DEL LAYOUT PCB

La figura 5 mostra lo schema di flusso relativo al programma di realizzo del layout PCB.

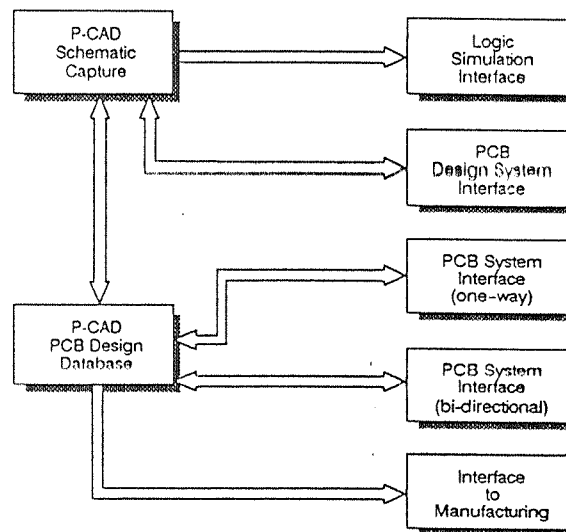


fig.5

Il database PCB contiene informazioni dei componenti e di come essi sono collegati fra di loro.

Queste informazioni possono essere state fornite da PC-PACK, (provenienti dalla netlist dello schema) da PC-CARDS, quando introduciamo i componenti ed eseguiamo le piste di collegamento in maniera manuale, oppure dal programma PC-NLT (da una netlist ASCII).

Quando abbiamo questo database, i componenti fisici debbono essere collocati sulla scheda di supporto. Questa operazione pu  essere effettuata manualmente dal disegnatore operando con il programma PC-CARDS o in maniera automatica con il programma PC-PLACE.

Dopo aver effettuato la fase di piazzamento dei componenti, si passa alla fase di tracciatura delle piste di collegamento. Anche questa operazione pu  essere effettuata in due maniere; una manualmente con il programma PC-CARDS, e una in maniera automatica con il programma PC-ROUTE.

Se con il programma PC-ROUTE non si ottiene il completamento dei collegamenti, possiamo farlo manualmente utilizzando PC-CARDS. Da notare che quando operiamo in PC-CARDS, e in fase di lavoro passiamo da un layer ad un altro, il sistema inserisce automaticamente un foro passante (VIA).

Una veduta a ragnatela dei collegamenti (RATSNEST) non effettuati su una scheda, può essere attivata dal disegnatore, che quindi può procedere al completamento. La figura 6 mostra una scheda completamente filata.

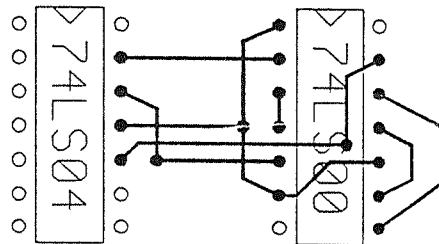


fig.6

Un tipo di simbologia speciale chiamata PADSTACK (piazzole) può essere associata a ciascun tipo di pin linkandola nel file PCB. Questa operazione ci permette di assegnare diversi tipi di piazzole ai pin, secondo le circostanze e le necessità.

La Surface Mount Technology (SMT) è costituita da un tipo di package, che impiega una nuova generazione di componenti elettronici denominati Surface Mount Device (SMD). Il sistema progetto del layout PCB di P-CAD supporta questo tipo di tecnologia.

POSSIBILITA' DEL PROGRAMMA PC-CARDS

PC-CARDS è il programma, forse più importante nel sistema progetto del layout PCB; esso è un editore grafico interattivo e offre le seguenti possibilità:

- + Creare o editare la descrizione di un PCB.
- + Piazzare componenti su entrambe le facce di una scheda.
- + Tracciare piste di collegamento in varie grandezze e in varie angolazioni, comprese le curve. E' possibile inoltre un controllo on-line della continuità e del numero di piedini a cui è collegata una pista.
- + Poter manipolare le piste e i componenti.
- + Creare piste estese di collegamento, (masse o alimentazioni) comprendenti vuoti circolari o poligonali di isolamento.
- + Costruire delle macros o programmare le funzioni dei tasti.
- + Sostituire una vecchia rappresentazione di un componente con una nuova.

- + Immergere tracce dentro un poligon (masse estese di schermo o alimentazione).
- + Immergere un poligon intorno alle tracce.
- + Creare vuoti di isolamento per le piazzole dei pin o dei passanti dentro un poligon.
- + Possibilità di ottenere 10 livelli di zoom del PCB.
- + Creazione di fori di collegamento del tipo through-hole (passante) o interstitial (annegati).

COSTRUZIONE DI UN COMPONENTE

Componenti speciali, piazzole, piani di foratura, bordi di schede e altre rappresentazioni grafiche speciali possono all'occorrenza essere realizzate con FC-CARDS.

La fig.7 mostra l'esempio di un componente P-CAD compatibile.

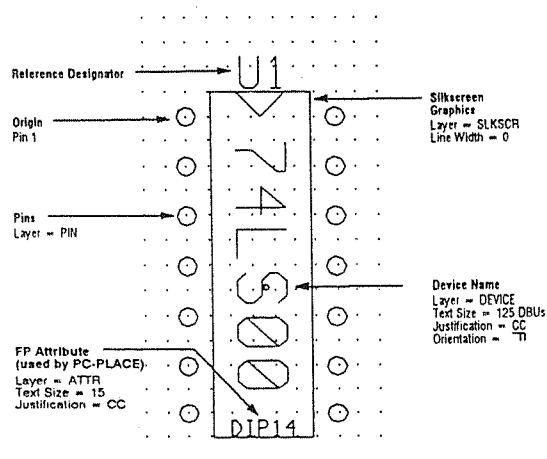


fig.7

Nella costruzione di un componente, per prima cosa viene eseguita l'introduzione di tutti i pin del componente, il loro nome e il tipo. Dopo viene disegnato il contorno del componente, (che servirà per la serigrafia dei componenti di una scheda) il punto in cui verrà posizionato il reference designator, (numero di identificazione che il designatore assegna a ciascun componente di una scheda) il nome del componente (device) e infine le informazioni relative al package. terminate queste operazioni, il file ottenuto viene salvato e messo in una libreria, da dove può essere richiamato in qualsiasi momento.

CARATTERISTICHE DEL PROGRAMMA PC-PLACE

Il programma PC-PLACE è una parte integrante del sistema di realizzo del PCB layout. I tipi di piazzamento sono due, uno automatico e uno interattivo; (tutti e due includono: il ratsnest, l'istogramma della densità dei nodi, i vettori di piazzamento ideale, e il display del fattore di merito, ovvero l'indicazione numerica dei miglioramenti o peggioramenti, rispetto al piazzamento ideale, che si ottengono man mano che vengono effettuate manipolazioni e spostamenti.

Le caratteristiche essenziali del programma sono le seguenti:

- * Parametri per:
 - + Definire il lattice (grigliatura adatta alle dimensioni dei componenti)
 - + Specificare l'associazione dei componenti discreti (resistenze e condensatori) rispetto ai così detti componenti principali (integrati, transistors ecc).
 - + Specificare la distanza fra componente e componente.
 - + Specificare le linee di taglio (cutline) per selezionare parti della scheda onde poter analizzare la densità delle piste e dei nodi.
 - + Prefissare la posizione dei componenti.
- * Lo swapping automatico dei gates e dei componenti.
- * La possibilità di sapere in qualsiasi momento le caratteristiche dei componenti (i dati relativi ai pin) o il nome dei nets.
- * Comandi per muovere componenti o cambiare i gates.
- * Comandi per controllare, modificare e creare descrizioni di percorsi critici dei componenti.
- * Comandi per controllare, modificare e creare descrizioni di gruppi critici di gates.
- * Abilitazione a muovere tutte le parti appartenenti a collegamenti critici o tutte le parti appartenenti a gruppi critici.
- * Comandi di UNDO per ripristinare operazioni errate.

CARATTERISTICHE DEL PROGRAMMA PC-ROUTE

PC-ROUTE è un programma che legge il database PCB il quale contiene le informazioni relative al piazzamento fisico dei componenti sulla scheda, il package dei componenti, le informazioni logiche e effettua automaticamente la tracciatura delle piste di collegamento fra i componenti di un PCB. Le caratteristiche essenziali del programma sono:

- * Supporta piste pre-tracciate
- * Usa strategie di autorouting specifiche o di default:

- * Usa tre metodi di interconnessione
- + Stein (con connessioni a T)
- + Min-Span (senza connessioni a T)
- + Daisy-Chained

- * Usa due ordini di routing:
- + Priorità alle connessioni corte
- + Priorità alle connessioni lunghe

- * Memorizza modelli di routing

- * Effettua il routing delle piste a 45 gradi

- * Visualizza in tempo reale il tracciamento delle piste

- * Può usare contemporaneamente due tipi di grigliatura, una principale e una secondaria

- * Effettua il routing su vari layer simultaneamente

CONTROLLO DEL PROGETTO PCB

Violazioni delle regole specifiche dei C.S. possono essere controllate con il programma PC-DRC. Esso usa come input il database PCB. Un report completo degli errori viene generato come in fig.8

```

.....
*
*
*   Program :   PC-DRC   Y. 4.50
*   Date    :   Dec 12, 1989
*   Database :   X.PCB
*   Output  :   XNEW.PCB
*
*
.....
+

```

Disjoint Subnets								
NET	COMP	PIW	COORDINATES		COMP	PIW	COORDINATES	
UN00004	U10	5	2650	650	U2	12	1250	2000
QD	U3	13	1850	2100	U11	5	3200	750
ENABLE/P	R1	1	2500	1600	C4	8	3000	150
GND	U2	7	950	1600	U1	7	400	1600
GND	U6	1	3750	2300	U7	1	3200	2300
GND	U4	7	2100	1600	U3	7	1550	1600

Total Number of Disjoint Subnets: 6

fig.8

Gli errori sono anche riportati graficamente sul disegno del PCB in uno speciale layer, che se attivato evidenzia con un tratteggio le parti da correggere.

COMPARAZIONE DELLE NETLIST

Il programma PC-NLC confronta due netlist e fornisce un report delle eventuali differenze fra le connessioni.

Le seguenti combinazioni di netlist possono essere comparate:

- + Due netlist schematiche: PC-NLC le compara controllando le corrispondenze dei gates e dei collegamenti.
- + Due netlist PCB: PC-NLC le compara controllando le corrispondenze delle parti e dei collegamenti.
- + Una netlist schematica con una netlist PCB: PC-NLC le compara controllando le corrispondenze dei gates e dei nets dello schematico con i gates e i nets del PCB.

La fig.9 mostra un esempio di report dopo che è avvenuta la comparazione di due netlist PCB.

```

%-----%
%
%
% Program      : PCNLC V4.50 Netlist Comparison  x
% Date        : December 11, 1989              x
% Time        : 10:23:45                       *
% Netlist1    : A.PNL                          *
% Netlist2    : B.PNL                          *
% Comparison Made : WITHOUT Part Names         *
%
%-----%

```

PCNLC Report

Netlist1: A.PNL		Netlist2: B.PNL	
Number of Parts	12	Number of Parts	12
Number of Nets	52	Number of Nets	53
Number of Suspect Parts	2	Number of Suspect Parts	2
Number of Suspect Nets	2	Number of Suspect Nets	3
Number of Spare Parts	2	Number of Spare Parts	2
Number of Floating Nets	3	Number of Floating Nets	3

fig.9

STAMPA PLOTTAGGIO E FOTOPLOTTAGGIO DI UN LAYOUT PCB

Per stampare, plottare o fotoplottare un PCB, si procede usando i seguenti tre programmi:

- * PC-PRINT per produrre una stampa del PCB
- * PC-PLOTS per produrre un plottato del PCB
- * PC-PHOTO per produrre un fotoplottato del PCB

Le due fig. 10 e 11, mostrano il layout di un PCB eseguito con PC-PRINT e PC-PLOTS.

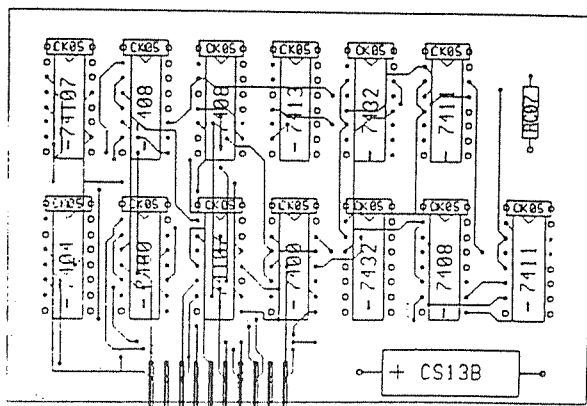


fig.10

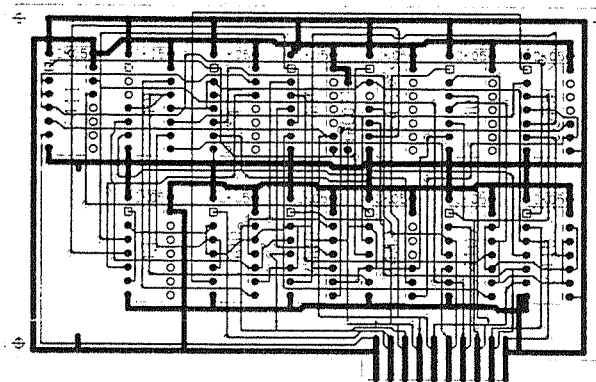


fig.11

GENERAZIONE DI UN DATABASE PER LA LAVORAZIONE INDUSTRIALE DEL PCB

Il programma PC-DRILL genera un database del PCB relativo alla foratura delle schede con macchine a controllo numerico. Esso estrae le coordinate dei fori dei pin e dei passanti e produce su nastro o su disco un file contenente i dati di foratura.

Il programma PC-INSERT estrae dal PCB le informazioni relative al piazzamento dei componenti e genera un file in formato ASCII che può essere usato da input in una macchina a inserzione automatica dei componenti.

INTERFACCIAMENTO DI P-CAD CON ALTRI SISTEMI CAD

Il sistema P-CAD prevede l'interfacciamento con altri sistemi CAD, utilizzando il programma PDIF, il quale trasforma le netlist provenienti da altri sistemi in formato P-CAD e viceversa.