

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

NOSITELKA ŘÁDU PRÁCE

FAKULTA STROJNÍ

OBOR 23 - 40 - 08

AUTOMATIZOVANÉ SYSTÉMY ŘÍZENÍ VÝROBNÍCH

PROCESŮ VE STROJÍRENSTVÍ

KATEDRA TECHNICKÉ KYBERNETIKY

AUTOMATIZACE PŘÍPRAVY VÝROBNÍHO PROCESU VE VÝROBĚ

K.P. TESLA LIBEREC

PETR JANOVSKÝ

VEDOUcí PRÁCE: Ing. JAROSLAV CIBULKA, CSc.

KONZULTANT: Ing. VLADIMÍR TŮMA - TESLA LIBEREC

ROZSAH PRÁCE A PŘÍLOH

POČET STRAN : 44

POČET PŘÍLOH : 2

POČET OBRÁZKŮ: 7

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro š. Petra Janovského  
obor 23-40-8 ASŘ výrobních procesů ve strojírenství

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Automatizace přípravy výrobního procesu ve výrobě k.p. TESLA Liberec

Zásady pro vypracování:  
**VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ  
Ústřední knihovna  
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 8  
PŠČ 461 17**

2. Provést analýzu současného stavu automatizované konstrukční přípravy tištěných spojů.
2. Shrnout způsoby a prostředky k zajišťování automatizace konstrukčních prací a stanovit možnosti dalšího rozšíření automatizované přípravy výroby v k.p. TESLA Liberec.
3. Navrhnout řešení a algoritmus pro zvolenou skupinu výrobních dílů pro jejich automatizovanou konstrukci na grafickém výpočetním systému IGS.
4. Zhodnocení přínosů navrženého řešení.

V 24/87 5

KTK-ASŘ-S

Rozsah grafických prací:

Rozsah průvodní zprávy: 30 - 50 stran

Seznam odborné literatury:

- 1/ Hlavní směry konstruování, TPV a řízení výroby počítačem.  
Sborník DT Pardubice a VUSTE Praha, 1982.
- 2/ Buda, J. a kol.: Umělá inteligence ve strojírenských procesech.  
UTRIN, INPRO Praha, 1981.
- 3/ Cibulka, J. a kol.: Budování a provoz ASŘ. Skripta VŠST Liberec, 1986.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jaroslav Cibulka, CSc.

Konzultant:

Ing. Vladimír Tůma, TESLA Liberec

Datum zadání diplomové práce:

3. 10. 1986

Termín odevzdání diplomové práce:

11. 5. 1987



*Věchet*  
Doc. Ing. Vladimír Věchet, CSc.

Vedoucí katedry

*Alaxin*  
Doc. Ing. Ján Alaxin, CSc.

Děkan

V Liberci dne 30. 9. 1986

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury

*Libe Jencovský*

V Liberci dne 8.5. 1987

O B S A H

	str.
1. ÚVOD	7
2. ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PŘÍPRAVY PLOŠNÝCH SPOJU V K.P. TESLA LIBEREC	10
2.1. Systém pro digitalizaci a zpracování předloh plošných spojů ADELA 1	11
2.1.1. Blokové schéma činností systému ADELA 1	13
3. ZPŮSOBY A PROSTŘEDKY K ZAJIŠTĚNÍ AUTOMATIZACE PŘÍPRAVY VÝROBNÍCH PROCESŮ	14
3.1. Způsoby automatizace konstrukčních prací	15
3.1.1. Struktura CAD	18
3.1.2. Databáze CAD	19
3.2. Hardwarové prostředky pro zajištění automatizace projekčních a konstrukčních prací	20
4. MOŽNOSTI DALŠÍHO ROZŠÍŘENÍ AUTOMATIZOVANÉ PŘÍPRAVY VÝROBY V K.P. TESLA LIBEREC	25
4.1. Styk uživatelů s IGS 4500	25
5. PROJEKTOVÁNÍ PROGRAMOVATELNÝCH ÚSTŘEDEN	27
5.1. Stávající způsob projektování programovatelných ústředí	27

	str.
6. NÁVRH ALGORITMU PRO AUTOMATIZOVANÉ PROJEKTO- VÁNÍ PROGRAMOVATELNÝCH ÚSTŘEDEN NA GRAFICKÉM SYSTÉMU IGS 4500	29
6.1. Vstupní data pro program	30
6.2. Algoritmus blokově	31
6.3. Programové vybavení grafického systému IGS 4500 v k.p. Tesla Liberec	32
6.3.1. Popis systému GRASS	32
6.3.2. Způsob vytvoření zdrojového souboru	34
6.4. Zdrojový soubor pro výkres rámu svorkovnic	36
7. PŘÍNOSY NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ	40

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

---

ASŘ ..... automatizovaný systém řízení

TPV ..... technická příprava výroby

CAD ..... Computer Aided Desing, tj. konstrování a projektování pomocí počítače

CAM ..... Computer Aided Manufacturing, tj. výroba /plánování, řízení a kontrola / s pomocí počítače

JSEP ..... jednotný systém elektronických počítačů

IGS ..... interaktivní grafický systém

GRASS ..... grafický programový systém

## 1. ÚVOD

Hlavním cílem spolupráce zemí RVHP je široké zabezpečení všech oblastí výroby a společenského života nejmodernějšími prostředky výpočetní techniky jako základny pro podstatné zvýšení produktivity práce, úsporu zdrojů, materiálů a energie. Pro zkrácení lhůt vědeckých výzkumů, pro kvalitativní přestavbu nevýrobní sféry je prvořadým úkolem vyvinout:

- prostředky výpočetní techniky pro hromadné využití
- osobní počítače s rozvinutým programovým vybavením pro široké uspokojení potřeb odvětví NH
- počítačové vybavení pro sféru vzdělání
- jednotný systém číslicového přenosu informací
- rychlé spojové prostředky na základě optických vláken
- širokou škálu různých přístrojů na základě nejnovějších výsledků mikroelektrotechniky.

Národohospodářské plány, které se vypracovávají na pětileté období, výhledově do roku 2000, k uskutečnění hospodářského politického programu vytyčeného stranou a vládou se stávají základem řízení národního hospodářství do příštích let.

XVII. sjezd KSČ vytyčil před naše národní hospodářství nové úkoly. V hlavních směrech hospodářského a sociálního rozvoje ČSSR na léta 1986 - 1990 je věnovaná pozornost zdokonalování plánovitého řízení národního hospodářství. V této oblasti se vedle jiných úkolů ukládá posílit ekonomickou



samostatnost a pravomoc výrobních hospodářských jednotek a podniků, zvýšit jejich odpovědnost za uspokojování celospolečenských potřeb, za růst efektivnosti hospodaření, za uplatňování výsledků vědy a techniky, snížit náklady na výrobu a zvýšit rentabilitu.

Jedním ze základních principů, jimiž se posuzuje rentabilita průmyslových podniků, je zvyšování úrovně organizace a řízení výroby. Je to oblast, ve které dosud nedosahujeme úrovně průmyslově vyspělých zemí. Důkazem toho je neúměrně vysoký podíl ruční práce, velký podíl čekacích dob v průběžné době výroby. Hlavním cílem organizace a řízení výroby je zvyšování její technicko-ekonomické úrovně. Systémový přístup, moderní samočinné počítače spolu s modelováním organizačních i technických soustav jsou soudobými nástroji racionalizace výroby. Moderní metody organizace a řízení výroby spočívají stále více na praktické aplikaci optimalizačních a modelovacích metod. Snahou je určit kritickénebo hlavní činitele při racionalizaci dosavadních nebo při navrhování nových systému organizace a řízení výroby. Řízení výrobních procesů je realizováno sběrem, přenosem a zpracováním informací za účelem optimálního plnění všech výrobních úkolů v požadovaném množství, termínu a kvalitě.

V souladu s výše uvedenými skutečnostmi je cílem této práce v malé části zkvalitnit stávající způsob projektování programovatelných ústředen v k.p. Tesla Liberec.

Při zpracování této diplomové práce jsem využil zkušeností a rad vedoucího práce ing. Jaroslava Cibulky, CSc. a pracovníků k.p. Tesla Liberec konkrétně z oddělení automatizace inženýrských prací. Všem touto cestou za odborné vedení a metodickou pomoc děkuji.

## 2. ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PŘÍPRAVY PLOŠNÝCH SPOJŮ V K.P. TESLA LIBEREC

V současné době dožívá zastaralý způsob návrhu plošných spojů a zavádí se do provozu nový systém IGS 4500 řízený minipočítačem ADT.

Dosud se v k.p. Tesla Liberec prováděl návrh plošných spojů tak, že konstruktér provedl návrh na tiskopis, kde musí být napsána třída, označen rub, napsány průměry děr. Jde-li o desku vícevrstvou musí být schéma nakresleno více barvami. Pomocí zařízení PZ 76 se sejmou souřadnice děr a souřadnice zlomových čar. Ve spojení se zařízením GEMAT je možno buď generovat 8stopou děrnou pásku, na které jsou uloženy souřadnice odečtených bodů, nebo prostřednictvím zařízení NPR 12 kreslit klišé.

Vygenerovaná páska se musí přepočítat, aby ji bylo možno použít pro zařízení ADMAP 4. Pro přepočet souřadnic je použit 16bitový minipočítač SM 3/20 s jedním terminálem, tiskárnou, děrovačem a snímačem děrné pásky. Zařízení ADMAP 4 umožňuje vrtání, kreslení barvou, kreslení na plan-film pomocí fotohlavy. Zde je klišé ve skutečné velikosti / 1 : 1/.

Nyní se zavádí do provozu systém IGS 4500 řízený minipočítačem ADT. Toto zařízení je nutno vybavit systémovým programem ADELA 1, který umožňuje interaktivní způsob práce.

## 2.1. SYSTÉM PRO DIGITALIZACI A ZPRACOVÁNÍ PŘEDLOH PLOŠNÝCH SPOJŮ ADELA 1

Systém ADELA 1 je určen pro vytvoření celkového návrhu desky plošných spojů současně s výrobními podklady, kontrolní dokumentací a testy.

Vstupem je ručně navržený motiv spojů v rastru a ve formě budoucí technologie zpracování /plošný spoj, multi-wire/. Vstupní data jsou zadávána přes DIGITIZER 1208 3,5G, nebo alfanumerický displej a lze je zobrazit na barevném rastrovém displeji ODI 6340. Struktura vstupních dat obsahuje popis všech součástí, spojů a ostatních objektů na desce. Data jsou kódována v ASCII kódu. Souřadnice ve zdrojových datech mohou být zadávány buď nezaokrouhleně v absolutních mírách v mm, nebo v krocích uživatelem definovaného rastru.

Vstupní data jsou převedena do vnitřních dat, z nichž lze vygenerovat technologické pásy a provést další funkce, jako např. kontrolní kresbu motivu spojů nebo součástí.

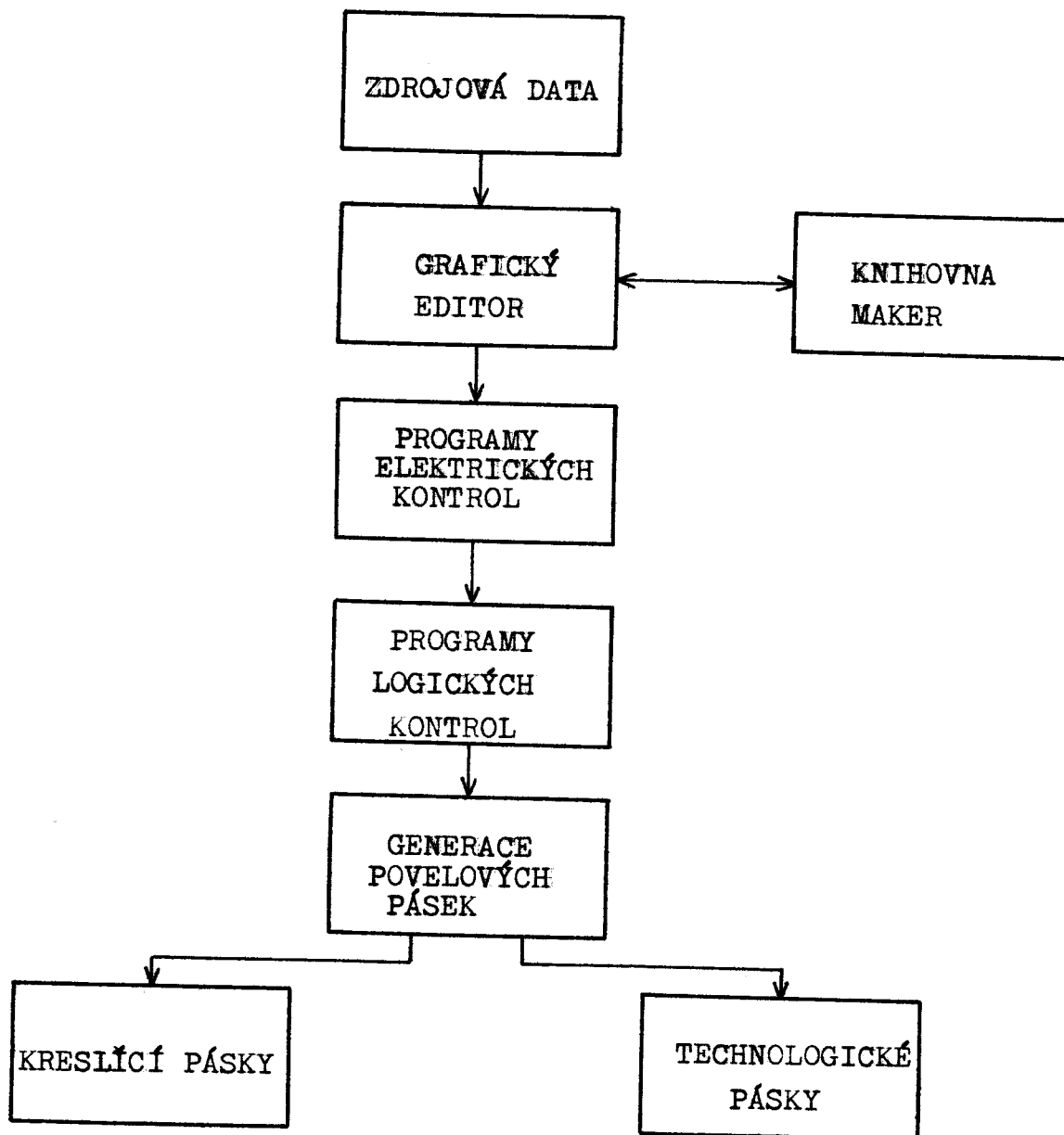
Součástí systému ADELA 1 je grafický editor, který může zpracovávat vstupní data interaktivně nebo vstupní data předem nasnímaná off-line do souboru. Jeho součástí je knihovna maker, která obsahuje více kontaktní prvky. Uživatel má možnost do této knihovny přidávat další prvky a tím ji modifikovat podle své potřeby.

Před vytvořením technologických pásek jsou provedeny základní kontroly funkčního zapojení, kontroly zkratu napájecích ploch a dále jsou vypočteny body, kterými prochází

spoje a na kterých nebylo označeno propojení. Segment programu, který provádí kontroly, kontroluje též logické propojení prvků. Protože většina kontrol je dána dohodou či konvencí, je na uživateli, zda se na základě varovných hlášení rozhodne o případné opravě.

Data, která úspěšně prošla kontrolami jsou zpracovávána na technologické pásy. Jsou vytvořeny řídicí pásy pro vrtačku EXELLON a pásy pro STRONK na vytvoření filmových předloh pro vnitřní a signální vrstvy vícevrstevných desek plošných spojů. Pro vnitřní motivy a motiv desek drátových plošných spojů. Jsou generovány technologické pásy pro kladecí zařízení PDS v jazyce COTEL 82 a pro kontrolní kresbu na tiskárně C 2111 G /4/.

2.1.1. BLOKOVÉ SCHÉMA ČINNOSTÍ SYSTÉMU ADELA 1



OBR.č. 1

Toto nové řešení podstatně zkvalitní a urychlí práci konstruktéra. Výsledná třída přesnosti je limitována zařízením ADMAP 4 - 4,EMA-5.

### 3. ZPŮSOBY A PROSTŘEDKY K ZAJIŠTĚNÍ AUTOMATIZACE PŘÍPRAVY VÝROBNÍCH PROCESŮ

Při rozvoji automatizace je třeba dbát na rovnoměrnost vývoje ve všech struktuálních složkách, aby nedocházelo k tomu, že na jedné straně se ušetří lidská práce a na druhé straně se však vytvoří profese nepřítažlivé práce.

Rozšiřování automatizace výrobních procesů přináší zvyšování nároků na inženýrské práce ve sféře přípravy výroby. Vyžaduje výrazné zkracování termínů realizace vědeckých výsledků v praxi, zabezpečování optimálnosti navrhovaných výrobních procesů a celkovou ekonomizaci procesu výroby. Tyto úlohy je možné zvládnout jen novými metodologickými prostředky založenými na využívání poznatků teoretických věd, mezi nimi i umělé inteligence.

Syntéza poznatků z těchto oborů a jejich proniknutí do teorie o výrobě a její přípravě umožňuje vytvářet efektivní metody řešení technických problémů. Nové principy přípravy výroby jsou orientované na optimalizaci navrhovaných technologií a na automatizaci inženýrských prací.

Automatizace inženýrských prací je spojená s rozsáhlým využíváním matematických metod. Souvisí to s všeobecnou tendencí matematizace vědy, výzkumu i inženýrské praxe. Matematika nachází uplatnění jednak při využití výpočtových postupů pro řešení konkrétních úloh, jednak při využití metodologických postupů matematiky při formulaci metod řešení.

V současnosti jsou známy různé systémy automatizace inženýrské práce, které se rozdělují jako plně automatizované, anebo interakční. Z hlediska ponechání tvořivého prostoru pro člověka mají větší perspektivu interakční systémy " člověk - počítač ".

Automatizované systémy zvyšují produktivitu práce inženýrů o 200 - 1000 %, při zvýšené kvalitě konstrukčních, technologických a organizačních projektů a při podstatném zkrácení doby technické přípravy výroby /2/.

### 3.1. ZPŮSOBY AUTOMATIZACE KONSTRUKČNÍCH PRACÍ

Současný stav vývoje československého průmyslu je podobně jako v ostatních zemích charakterizován soustředěnou pozorností inovačnímu procesu, zejména rychle rostoucími nároky na technicko-ekonomické parametry a spolehlivost výrobků, na rychlost jejich zavedení do výroby a samozřejmě i na kvalitu a rychlost výroby samotné.

Splnění těchto úkolů při použití tradičních metod v technické přípravě výroby /TPV/ není reálné. Nelze počítat ani s výrazným růstem počtu pracovníků v TPV, protože nejsou a nebudou k dispozici. Je tudíž nezbytné účinným způsobem racionalizovat práci v TPV s využitím výpočetní techniky - počítačů, které mohou být velmi účinným prostředkem pro zkvalitnění a zrychlení práce téměř ve všech fázích výroby a její přípravy. Rychlý vývoj a široké možnosti uplatnění minipočítačů a mikropočítačů, spolu s relativně nízkou



cenou dávají dobré možnosti pro účinné nasazení i v oblasti TPV.

Toto využití je diferencováno do dvou základních směrů, které se liší nejen časem zavedení výpočetní techniky, ale i druhy využívaných počítačů. První směr je zaměřen na zpracování dat vznikajících v TPV pro potřeby plánování a řízení výroby. Zde jsou z technické dokumentace /kusovníky, technologické postupy/ přijímány prvotní technicko-ekonomické informace o struktuře výrobků, druhu a množství materiálu, pracnosti jednotlivých součástí a montážních celků, které jsou pak použity pro automatizované zpracování souhrnných norem času a materiálu na výrobky, sestavení a bilancování plánů výroby, atd. Pro tyto účely byly a jsou využívány obvykle střední počítače.

Druhý směr je automatizace technických činností ve vlastním procesu TPV. Spadají sem úlohy charakteru konstrukčních celků, úlohy technologického rázu /např. automatizace sestavování řídicích programů pro NC - stroje/ atd. Většinou jsou tyto úlohy rázu vědeckotechnických výpočtů a velmi často je nutná, nebo alespoň žádaná interakce člověka s počítačem. Proto jsou pro tyto úlohy používány často minipočítače a mikropočítače, anebo vhodné terminály středních počítačů.

V poslední době se projevuje třetí směr, který je kombinací předcházejících dvou. Jsou zde spojeny úlohy typu vědeckotechnických výpočtů, které stojí obvykle na počátku TPV, tak i úlohy typu zpracování dat, kterými většinou TPV končí. Pro tyto úlohy je nezbytná rozsáhlá databáze, která

klade značné nároky na použitou výpočetní techniku i příslušné programové vybavení.

Zmíněné komplexní systémy v nichž jsou s optimálním využitím výpočetní techniky systémově propojeny všechny činnosti od návrhu výrobku až po jeho výrobu, jsou označovány jako systém CAD/CAM /Computer Aided Desing/ Computer Aided manufacturing/. Tento systém se skládá z šesti dílčích podsystémů.

CAD je vhodný pro metody, při nichž se uplatňují přesně definovatelné logické operace. Veškeré potřebné algoritmické metody se aplikují dialogem člověka s počítačem.

Doposud se počítačů používá převážně při konstrukci variant u ustálené součástkové základny. Počítače přitom pracují s uzavřenými algoritmy a omezeným rozsahem úkolů. Zde záleží především na rychlém hromadném zpracovávání dat vkládaných buď ve vlastním výpočetním středisku, nebo externě.

Perspektivnější oblastí je součinnost člověka s počítačem při řešení algoritmů otevřených, tj. tvůrčí - generační konstrukce různorodé součástkové základny. Vedle rychlosti výpočetní techniky se zde uplatňuje tvůrčí práce člověka. Postupuje se formou připraveného dialogu řízeného počítačem, který uživatele vede: počítač klade otázky a vyžaduje údaje o rozhodnutí.

Zavedení systému CAD předpokládá důkladnou přípravu spočívající v analýze součástkové základny, vytvoření předpokladů pro konstrukci variant, tj. zjištění skupin podob-

ných součástí, zdlouhavé prohlížení výkresů a kusovníků. Systém CAD je třeba volit se zřetelem na výrobní perspektivy, protože dodatečné úpravy jsou nákladné. Přitom musí být účelný systém CAD dostatečně pružný a přizpůsobitelný měnícím se podmínkám /1/.

### 3.1.1. STRUKTURA CAD

Konstruktér by zřejmě měl mít k dispozici ideální trojici pomocníků - výpočtáře, archiváře, kresliče, kteří by vyhovovali rutinní práci neobyčejně rychle, spolehlivě a bezvadně. Jejich funkci může plně převzít počítač s periferními grafickými zařízeními a s potřebným programovým vybavením, tj. systém CAD.

Vznikající systémy výpočetních programů sloužily pouze k řešení dílčích úkolů. Jejich nevýhodou byla nedostatečná návaznost, která vyžadovala ruční přípravu dat z jednoho do druhého programu a dále nepřehlednost získané informace. Počáteční využívání počítače, které bylo zaměřeno na vědeckotechnické výpočty se proto podstatně rozšířilo zavedením grafických výstupních a vstupních zařízení, která umožňují zpracovávání grafických informací i geometrické problematiky.

Tyto nové možnosti znamenají pro konstruktéra významnou pomoc, neboť úkoly s řešením rutinního charakteru, tj. plně algoritmovatelné lze zpracovávat automaticky a komplexně včetně grafického zobrazení výsledků.

Systémy CAD pro řešení tohoto typu se plně uplatňují

při konstrukci téhož druhu výrobku, ale se změněnými některými vstupními parametry - tzv. variantní konstrukce. V konstruování nových výrobků se však vedle rutinní činnosti uplatňují i duševně tvůrčí postupy, které nedovolují automatizované zpracování, ale vyžadují střídavou spolupráci konstruktéra s počítačem v dialogu. Vedle dialogu v alfanumerické formě umožnily nové grafické periférie - zvláště grafická obrazovka - rovněž grafický dialog, který je pro konstruktéra zajímavý, neboť je obdobou tradiční práce s grafickými informacemi /1/.

### 3.1.2. DATABÁZE CAD

Při realizaci systému CAD se usiluje o to, aby se z konstrukčních výkresů uložených v paměti počítače mohlo maximálně těžit, a to v nejrůznějších útvarech: v konstrukci, při navrhování přípravků, nástrojů, palet, při tvorbě NC programů, v oblasti technické kontroly, atd.

Při automatizované konstrukci má databanka uchovávat informace pro proces CAD a vydávat je v případě potřeby, jakož i ukládat další informace vznikající při automatizované konstrukci. Databanky charakterizují nejvyvinutější systémy CAD, které vznikly vývojem od izolovaných řešení přes soubory programů a je jejich integrujícím prvkem /1/.

### 3.2. HARDWAROVÉ PROSTŘEDKY PRO ZAJIŠTĚNÍ AUTOMATIZACE PROJEKČNÍCH A KONSTRUKČNÍCH PRACÍ

Počítačová grafika v systémech CAD využívá všech základních výpočetních prostředků tj.:

- procesorů jak velkých univerzálních počítačů, tak minipočítačů, tak mikropočítačů, včetně jejich systémového programového vybavení,
- konvenčních periferních zařízení, jako: velkokapacitní disky, kazetové disky, pružné disky, magnetické páskové jednotky, čtečky a děrovače děrné pásy, snímače a děrovače děrných štítků, tiskárny nejrůznějších typů, alfanumerické displeje atd., včetně příslušných systémových obslužných programů.

Pouze tato zařízení nedovolují však efektivní interpretaci obrazových informací v grafické formě. Proto je nutné dovybavení grafickými periferními zařízeními včetně funkčního grafického programového vybavení.

Tyto periferie lze v zásadě rozdělit na tři základní skupiny:

- výstupní grafická zařízení,
- interakční grafická zařízení,
- vstupní grafická zařízení.

Mezi výstupní grafická zařízení patří nejrůznější druhy grafických záznamových zařízení, především pak:

- vektorová kreslicí zařízení, kde požadované zobrazení je vytvářeno vektorovým způsobem, pohybem pisátka, popř. světelného paprsku. Nejpřesnějšími jsou

kreslicí stoly atzv. fotoplotery, nejrychlejší pak válcové zapisovače,

- rastrová grafická zařízení pracující na principu mozaikového tisku, ať již mechanického, nebo bezúderového. Mezi nejvýkonnější patří laserové tiskárny a mikrofilmové zapisovače.

Jak již bylo uvedeno, velmi výhodným pracovním režimem při práci s obrazovými informacemi je interakční režim, který umožňuje na bázi dialogu člověka a stroje měnit v průběhu zpracování data a obrazové informace. Představiteli této interakce jsou grafické zobrazovací jednotky ve formě grafických displejů:

- vektorové displeje
- rastrové displeje.

Vektorový způsob převádí na zobrazení informaci o čarách a znacích. Při rastrovém způsobu zobrazení je řízena intenzita, popř. barva každého bodu pravoúhelníkové matice bodů pokrývajících celou danou plochu. Vektorové displeje mají kvalitnější zobrazení čárových kreseb, zejména displeje s paměťovou obrazovkou, naproti tomu u displeje rastrového typu je čas, potřebný k vytvoření obrazu, zcela nezávislý na složitosti obrazu a umožňuje nejen zobrazení čárových kreseb, ale především celých ploch, zejména vícebarevně. Vstupní grafická zařízení lze také rozdělit do několika základních skupin:

- ruční snímače souřadnic, tzv. digitalizátory, pracující na principech kapacitního, indukčního, ultrazo-

nického, ale i mechanického snímání plochy bodů.

Jsou často doplněny automatickým sledováním snímané čáry, tzv. line following,

- automatické digitalizátory, pracující převážně metodou rastrování plochy zobrazení /scanning/,
- pro interakční způsob práce se využívá ve spolupráci s grafickými displeji tzv. tabletu / s volným kurzorem nebo s tylusem/. Dále se využívá jednodušších zařízení pro přímou interakci na obrazovce: pákové a kulové ovladače pro pohyb určitého znaku /kurzoru/ po ploše obrazovky, popř. tzv. světelného pera, které je schopno detekovat světelný záblesk svého zorného pole.

Grafická periferní zařízení se dnes v převážné většině případů připojují do sestavy s minipočítačem /přitom jednotlivé periferie obsahují mikroprocesory pro řízení autonomních funkcí/. Využívá se tak principu tzv. rozložené inteligence, kdy tento grafický subsystém je pak navíc napojován na velký univerzální počítač, nebo pracuje v rámci počítačové sítě /1/.

V následující tabulce obr.č. 2 je uveden přehled dostupných tuzemských grafických systému první generace.

V letech 1986 a 1987 bude postupně zaváděná seriová výroba interakčních grafických systému druhé generace. Systémy jsou řešeny modulárně a umožní z jednotlivých komponent sestavit zvolenou konfiguraci grafického systému.

Jsou řešeny na dvou úrovních z nichž 1. úroveň tvoří

nadřazený počítač řady SM, ADT nebo JSEP s těžkou grafikou a 1 až 6-ti grafickými stanicemi.

Sestavování systému do úrovní je řešeno i postráncem základního programového vybavení. Obsluha interakční grafické stanice je zajištěna v operačních systémech nadřazených počítačů a odpovídajícím způsobem je zajištěno i programové vybavení grafické stanice /4/.



NÁZEV SYSTÉMU	ŘÍDÍCÍ POČÍTAČ	GRAFICKÝ VSTUP	GRAFICKÝ VÝSTUP
EC 7907	JSEP	Digitizér 1208 3,5 G	Digigraf 1208 3,5 G 1712 3,5 G
EC 7942	ADT 4500 SM 4/20	Digitizér 1208 3,5 G	Digigraf 1208 3,5 G + technologické hlavy, rycí, piký- rovací, řezací
IGS 4500.1	ADT 4500.1	Digitizér 1208 3,5 G Klávesnice BGD ODI 6340	Digigraf 1208 3,5 G 1712 3,5 G graf. tiskárna CONSUL 2111 G bar.rast.graf. displej /BGD/ ODI 6340
ISAP	SM 4/20	Digitizér 1208 3,5 G světelné pero	Digigraf 1208 3,5 G 1712 3,5 G vektorový displej CM 7405
IGS 4710 4720	ADT 4700	Tablet typ 134	graf. tiskárna CONSUL 2111 G bar.graf.displej

#### 4. MOŽNOSTI DALŠÍHO ROZŠÍŘENÍ AUTOMATIZOVANÉ PŘÍPRAVY VÝROBY V K.P. TESLA LIBEREC

Možnosti dalšího rozšíření automatizované přípravy výroby by se v zásadě daly rozdělit do tří základních směrů.

V prvním případě se jedná o interaktivní počítačový návrh plošných spojů s využitím programového vybavení ADELA 2. Návrh by se měl orientovat na dvouvrstvé desky, ale zatím není ověřeno, jestli bude ADELA 2 pro tento návrh vhodná. V konečné verzi by měl soubor programů ADELA 2 produkovat datové soubory pro kreslicí zařízení ADMAP 4 a EMA 80, vrtací pásy pro vrtačky EXCELLON a MERONA a veškerou výkresovou dokumentaci.

Ve druhém případě jde o kreslení výkresové dokumentace, tedy kreslení typizovaných sestav a případné provádění jednoduchých změn těchto sestav. Pomocí programového vybavení kreslit alternativní možnosti osazení jednotlivých pozic desek plošných spojů, jak zadá uživatel. Dále kreslení propojovacích svorkovnic apod.

Ve třetím případě by šlo především o rozšíření uživatelských programů pro výpočty pružin, transformátorů atd.

##### 4.1. STYK UŽIVATELŮ S IGS 4500

Vzhledem k tomu, že k.p. Tesla Liberec bude zavádět do výroby minipočítače SAPI 2, které jsou kompatibilní