

Vysoká škola: strojní a textilní

Katedra: textilních a oděvních strojů

Fakulta: strojní

Školní rok: 1980/81

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Mariana S ó n a k a

obor 23-34-8 Výrobní stroje a zařízení

Protože jste splnil..... požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství a kultury o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu: Elektromechanický převodník pro ovládání
listového stroje

Pokyny pro vypracování:

- 1) Prostudujte možnosti elektrického ovládání impulsního zařízení listového stroje pracujícího na principu Hattersley.
- 2) Prostudujte vlastnosti elektromagnetů, zejména z hlediska reakčních dob a přitažných sil.
- 3) Navrhněte a vyzkoušejte pracoviště pro měření silových a časových vlastností elektromagnetů a jejich závislosti na průběhu napájecího napětí.
- 4) Vypracujte konstrukční návrh pro ovládání platin u listového stroje Staubli 555.

Autorské právo se řídí směrnici
MŠK pro státní věz. zhotovky č.j. 31
77/12-III/2 ze dne 13. července
1977 Věstník MŠK XVII, sošit 24 ze
dne 13. 7. 1977 §19 zák. č. 115/70 Sb.

VÝROBNÍ STROJE A TEXTILNÍ
ÚSTŘEDNÍ KNIHOVNA
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5
TEL. 461 17

Rozsah grafických laboratorních prací: Předložte schemata měřicího pracoviště, výkresy navrženého ovládání platin a časové diagramy ovládacího zařízení.

Rozsah průvodní zprávy: 15 stran

Seznam odborné literatury:

Vlk, P.: Elektronické ovládání listového stroje, Diplomová práce, VŠST Liberec 1979.

Talavášek, Svatý: Bezčlunkové stavy, SNTL Praha 197.

Sedlický V., Vlk P.: Řízení listového stroje pomocí mikroprocesoru. Příspěvek na III. konferenci o teorii strojů a mechanismů. Katedra textilních a oděvních strojů VŠST Liberec 1980.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Václav Sedlický

Konsultanti: Ing. Jaroslav Sedlařík, KVÚ Elitex
Ing. Petr Vlk, VŠST Liberec

Datum zahájení diplomové práce: 6.10.1980

Datum odevzdání diplomové práce: 22.5.1981



Doc. Ing. Jaroslav Charvát, CSc.

Vedoucí katedry

Doc. RNDr. Bohuslav Stříž, CSc.

Děkan

Niesťoprišažne prehlasujem, že som diplomovú prácu
vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

V Liberci, dňa 22. mája 1961

.....¹
Marian Šonál.....

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka „Radu práce“

Fakulta strojní

Obor 23-34-8

Výrobné stroje a zařízení
zameranie textilné a odevné stroje

ELEKTROMECHANICKÝ PREVODNÍK PRE OVLÁDANIE
LISTOVÉHO STROJA

Autor : Marián SÓNAK
Vedúci dipl. práce : Ing.Václav SEDLICKÝ, VŠST Liberec
Konzultanti : Ing.Petr VLK, VŠST Liberec
Ing.Jaroslav SEDLAŘÍK, KVÚ Elitex

Počet strán : 57
Počet tabuliek : 3
Počet obrázkov : 16
Počet príloh : 2
Samostatné prílohy : 19

V Liberci,

dňa 22.mája 1981

	strana
Úradné zadanie	1
Miestoprísahažné prehlásenie	2
Obsah	3
1. Úvod	5
2. Listový stroj	6
2.1 Rozdelenie listových strojov	6
2.2 Systém Hattersley	6
2.3 Činnosť dvojzdvižného, nožového listového stroja	8
2.4 Riadenie listového stroja	9
2.5 Elektrické riadenie listového stroja	9
3. Elektromagnety	12
3.1 Rozdelenie elektromagnetov	13
3.2 Odvodenie vzťahu pre príťažnú silu elektromagnetu	13
3.3 Dynamika jednosmerného elektromagnetu	18
3.3.1 Základný pracovný cyklus elektromagnetu	18
3.3.2 Základná sústava rovníc neutrálneho elektromagnetu	21
3.4 Približné odvodenie času príťahu elektromagnetu	22
3.4.1 Meranie času príťahu elektromagnetu	24
3.4.1.1 Meranie času príťahu elektromagnetu oscilografom	27
3.4.2 Meranie príťažnej sily elektromagnetu	29
4. Listový stroj RL 600	31
4.1 Princíp listového stroja RL 600	31
4.2 Činnosť listového stroja RL 600	32
5. Elektromechanický prevodník	34
5.1 Alternatívne riešenia	34

5.1.1	Prevodník s kľukovým pohonom	34
5.1.2	Prevodník s jednou vačkou	35
5.1.3	Prevodník s dvoma vačkami	36
6.	Navrhovany elektromechanický prevodník	38
6.1	Princíp navrhovaného prevodníka	38
6.1.1	Výpočet hriadeľa	40
6.1.2	Výpočet hmotností	41
6.1.3	Výpočet pružiny	42
6.1.4	Návrh elektromagnetu	43
6.2	Montáž navrhovaného prevodníka	46
6.3	Činnosť navrhovaného prevodníka	49
7.	Záver	51
8.	Použité zkratky a symboly	53
9.	Zoznam použitej literatúry	54
10.	Zoznam príloh	55
10.1	Zoznam samostatných príloh	55
	Prehlásenie	56
	Poďakovanie	57

1. ÚVOD

Vo vývoji elektroniky za posledných 5-8 rokov dochádza k prudkému rozvoju mikroelektroniky. Tento nezvyklý rozvoj elektroniky sa aktívne odráža aj vo výrobe výrobných strojov a zariadení. Neustála miniaturizácia, zvyšovanie spoľahlivosti a pokles cien elektronických prvkov má za následok, že stále viac týchto prvkov sa používa ako v strojárскеj, tak aj v iných oblastiach výroby. Elektronické prvky samostatne alebo v spojení s inými prvkami, hlavne výkonovými, ako sú pneumatické alebo hydraulické prvky, sú schopné stále viac a viac nahradzovať prvky mechanické. Tento vývoj sa stále zreteľnejšie prejavuje aj v oblasti textilného strojárstva. Na mnohých textilných strojoch je badateľná záměna niektorých mechanických prvkov za prvky elektrické, napríklad kontrola doletu útku, rôzne elektronické snímače, zářážky atď.

Vyvinutím obvodu vysokého stupňa integrácie - mikroprocesoru, dochádza k zásahu do samotného princípu riadenia viacerých textilných strojov a tým aj k náhrade veľkého počtu mechanických súčiastok elektronickými a elektromechanickými prvkami. K tomu však, aby bol mikroprocesor, respektíve mikropočítač, schopný pradávať povely danému strojnému zariadeniu je potrebné vyvinúť účinný prevodník pre spojenie mikropočítača so strojom.

Úmyslom tejto práce je navrhnúť elektromechanický prevodník pre spoluprácu mikroprocesorového systému, pracujúceho s mikroprocesorom INTEL 8080A s listovým strojom RL 600, ktorý sa vyvíja v KVÚ Elitex, výskumný závod Brno. Úspešné riešenie tejto problematiky by umožnilo aplikovať elektrické, riadenie, vyvinuté na katedre elektrotechniky VŠST v Liberci, na uvedený listový stroj RL 600.

2. LISTOVÝ STROJ

Pre jednoduché, vo výrobe častejšie sa opakujúce väzby do 10 listov, vrátane väzby krajov, sú výhodné vačkové prešupné zariadenia. Pre väzby zložené, ktoré sa tak často nepakuju a pre väzby s väčším počtom listov je treba použiť prešupné zariadenie s voliteľným programom zdvihov, teda listový stroj.

Listové stroje sa vyrábajú pre 12, 16, 20, 24 alebo 25, výnimočne až pre 33 alebo 44 listov. / 1 /

2.1 ROZDELENIE LISTOVÝCH STROJOV

Listové stroje sa delia podľa niekoľkých hľadísk / 2 /,
/ 3 / :

- | | |
|----------------------------|--|
| - podľa spôsobu činnosti | a) jednozdvižné
b) dvojzdvižné |
| - podľa tvorenia prešupu | a) pre horný prešup
b) pre plný prešup |
| - podľa princípu práce | a) nožové (Hattersley)
b) rotačné
c) hydraulické |
| Ďalej rozoznávame listovky | a) negatívne
b) pozitívne |

2.2 SYSTÉM HATTERSLEY

Zo známych princípov je najrozšírenejší, najprepracovanejší a doposiaľ najrýchlejší práve systém Hattersley /3/. Celé ústrojenstvo listového stroja môžeme rozdeliť na tri základné mechanizmy :

a) P o h y b o v ý m e c h a n i z m u s, tento má stály pohon od tkacieho stavu. Jeho činnosť (systém Hattersley) spočíva v pravidelnom vratnom pohybe jednej alebo dvoch ocelových líšt nazývaných n o ž e.

b) R i a d i a c i m e c h a n i z m u s, ktorý na základe údajov programovej karty riadi zdvih tkacích listov.

c) M e c h a n i z m u s p r e d v í h a n i e t k a c í c h l i s t o v. Hlavnou časťou tohoto mechanizmu sú háky, tzv. p l a t i n y. Platiny sa vešajú na nože pohybového mechanizmu.

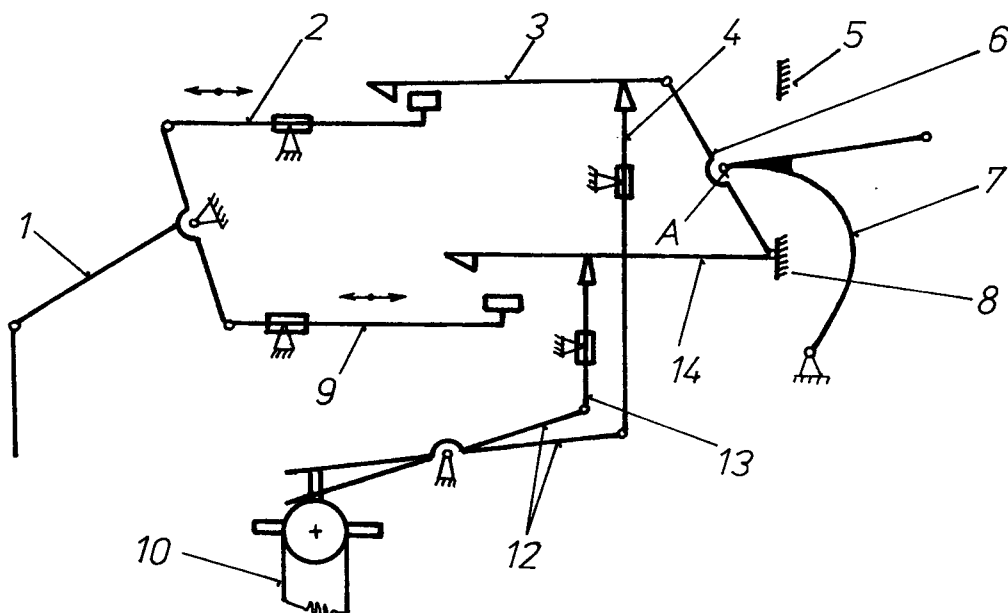
Listovky systému Hattersley delíme na : a) jednozdvižné

b) dvojzdvižné

J e d n o z d v i ž n é listové stroje patria medzi najstaršie listové stroje. Majú iba jeden m ŏ ž a jednu radu platín. Po zanesení útku sa všetky platiny a s nimi tiež listy vracajú späť do východzej polohy. Prešup sa teda po každom útku plne uzavrie a útko sa priráža vždy pri uzavretom prešupe. To je význačná prednosť týchto listových strojov. Pretože však jednozdvižné listové stroje majú omedzenú rýchlosť do 160 - 180 ot/min., používajú sa dnes už iba na starších typoch člnkových stavov.

Zaujímavejším a pre elektrické ovládanie vhodnejším typom listového stroja systému Hattersley je dvojzdvižný listový stroj pre horný prešup, ktorého schématický náčrt je nakreslený na obr. 2.1.

Pretože nás bude zaujímať bližšie, popíšeme si jeho zloženie a činnosť podrobnejšie v nasledujúcej kapitole, pod číslom 2.3.



Obr. 2.1 Schéma dvojzdvížného nožového listového stroja pre horný prešup

2.3 ČINNOSŤ DVOJZDVIŽNÉHO NOŽOVÉHO LISTOVÉHO STROJA

Pre ovládanie každého listu tkacieho stavu má listový stroj dve platiny ; hornú 3, a dolnú 14. Nože 2 a 9 sú priebežné po celej šírke listového stroja a sú spoločné pre všetky platiny, tým aj pre všetky listy. Nože sa pohybujú vzhľadom k schématickému nákresu na obr. 2.1 v naznačenom smere, striedavo zľava doprava, jeden pre nepárne a druhý pre párné útku. Preto je ich rýchlosť polovičná voči rýchlosti stavu. Pracovný cyklus listovky je teda ukončený behom dvoch otáčok stavu. Listovka je riadená kartovým pásom 10. Pre každý list stavu sú dve ohmatávacie páčky (ihly) 11 a 12. Podľa polohy nakreslenej na obr. 2.1 je práve v zábere horná platina 3. Balančná páka 6 balancuje okolo bodu 8. Ak má zostať osnovná niť podľa programu väzby pri nasledujúcom útku naďalej zdvihnutá, vybaví sa kartový pás kolíkom tak, aby ohmatávacia páčka premiestnila dolnú platinu 14 do dráhy spodné-

ho noža 9. Horný nôž 2 s platinou 3 sa potom síce vracia doprava, ale súčasne sa doľava pohybuje spodný nôž 9, ktorý zároveň unáša platinu 14. V dôsledku toho sa stred A, balančnej páky 6 nepohybuje a list tkacieho stavu, zavesený na zakrivenej páke 7, zostáva v hornej polohe v kľude. Dvojzdvižná listovka je poháňaná od spodného hriadeľa stavu kľukou a zvislým tiahlom na trojramennú páku 1.

Nevýhodou nožových listov je nutnosť zachovania určitých vôľí v mechanizmoch. To spôsobuje pri práci stroja kmitanie a rázy, čo má za následok nevýhodné dynamické namáhanie stroja a niektorých súčiastok a zároveň aj pomerne vysokú hlučnosť stroja.

2.4 RIADENIE LISTOVÉHO STROJA

Poradie zdvihu listov súhlasí so vzornicou väzby tkani-ny. Riadiaci program pre zdvih listov je u súčasných listoviek zaznamenaný na riadiacom páske. Možnosť záznamu na pás je buď pomocou kolíkov (u starších listoviek, alebo u listoviek nad 330 ot/min.), alebo pomocou otvorov v páske (tzv. Verdolský kartový pás - listovky do 330 ot/min.). Im pásu zaistí riadenie listovky pre 333 útkov.

Existujú aj iné princípy riadenia listovky, napr. pomocou valčekov, guľičiek, magnetickej pásky. Záznam, zaznamenaný na diernej páske, sa sníma fototranzistormi bezdotykovým spôsobom a ďalej spracováva zosilovačom.

2.5 ELEKTRICKÉ RIADENIE LISTOVÉHO STROJA

U doterajších listových strojov je nositeľom informácie

o vzore buď dierovaný kartový pás (napr.čs.listovky RBH alebo LS 4200), alebo kartový pás s kolíkmi (napr.listovka Stäubli 555). Z nich sa informácia sníma a prenáša mechanicky na pohyb listov. Nevýhody tohoto systému sú :

1. omedzená rýchlosť snímania informácie s dierovej karty
2. nepružná výmena vzoru
3. veľmi dlhá karta pre vzory s veľkou striedou, prípadne nedostatok pamäťovej kapacity pre vzory s extrémne vysokou striedou
4. nutnosť radiť za sebou na karte viac rovnakých vzorov pri výrobe tovaru s malou striedou
5. technické komplikácie pri páraní (nutnosť zdvojenia snímacieho mechanizmu)

Pre elektrické riadenie sa predpokladá použitie mikroprocesoru. Informácia o vzore bude uložená v reprogramovateľných pamätiach a bude priebežne vysielaná k elektromechanickým prevodníkom, ktorých prostredníctvom budú listové stroje ovládané. Čítanie z pamäti bude prebiehať vždy pri určitom uhle natočenia hriadeľa listového stroja (2x za otáčku) /7/.

Mikroprocesor INTEL 8080A, ktorého použitie sa predpokladá, pracuje s informáciami o dĺžke 8 bitov. Taktiež pamäť je organizovaná po 8 bitoch, teda po 1 byte. Adresa je 16-bitová, t.j. zložená z 2 bytov.

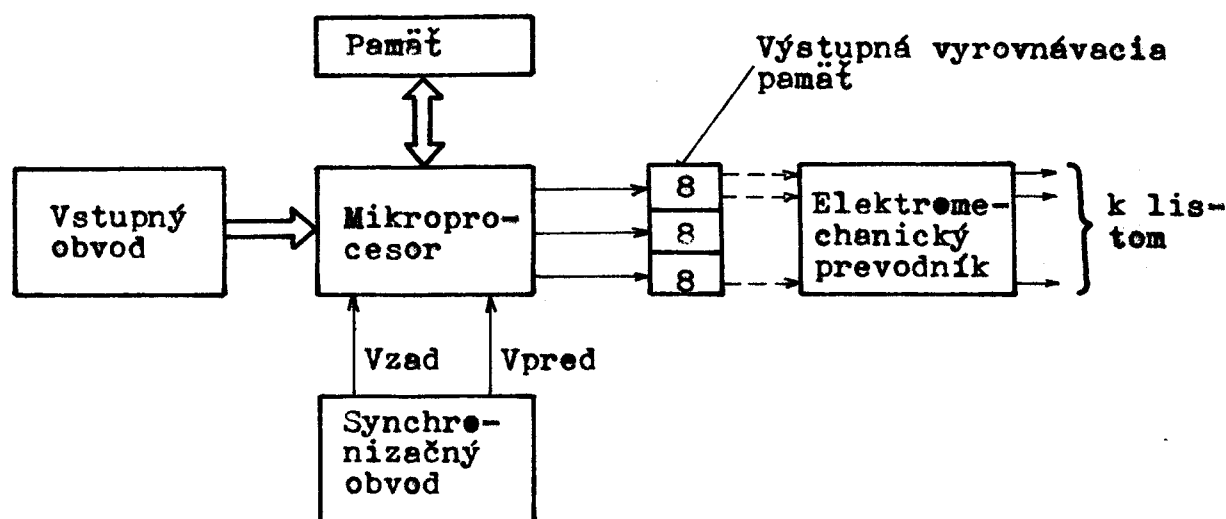
Predpokladom je 12 až 20 listov stavu. Väčšinou stačí strieda vzoru 360, ale u špeciálnych druhov tovaru (obrusy, vreckovky atď.) je možný krajný prípad stried vzoru až 2 000. V pamäti mikroprocesorového systému budú uložené informácie dvojakého druhu :

- a) Pracovný program riadiaci vlastné vydávanie informácií k listom vo vhodný časový okamih. Tento program bude ulo-

žený zo začiatku v reprogramovateľných pamätiach REEPROM, neskôr v pevných pamätiach ROM.

- b) Vlastná vzorová informácia o vzore môže byť uložená napr. v reprogramovateľných pamätiach REEPROM. Zmena vzoru by sa prevádzala výmenou tejto pamäte za inú. Výhodou tejto pamäte je, že jej obsah (vzor) zostane pri výpadku siete zachovaný. Vzor by mohol byť tiež uložený do pamäte RAM, do ktorej by sa nahral z 8-stopej počítačovej diernej pásky alebo z bežného magnetofónu pred každým spustením stroja. Tento postup by sa však musel opakovať aj po každom výpadku siete.

Pre jedno útko sú vyhradené 3 byty, t.j. 24 bitov. Z toho 20 bitov slúži k riadeniu 20-tich listov, 4 bity predstavujú rezervu, ktorá bude k dispozícii pre riadenie farebnej zámeny. Bloková schéma navrhovaného riešenia je nakreslená na obrázku 2.2 :



Obr. 2.2 Zjednodušená bloková schéma elektronického riadenia listovky

Počas každého pootočenia hriadeľa listovky o 1/2 otáčky pri prechode určitým uhlom natočenia a pri chode vpred, vydá

synchronizačný obvod signál (impulz) VPRED. Tento signál spustí podprogram, ktorého prostredníctvom presunie mikroprocesor vzorovacie byty pre jedno útko z operačnej pamäti do vyrovnávacej pamäti. Pomocou elektromechanických prevodníkov sa potom prevádza na pohyb listov.

Môže nastať stav nedoletu útku. Útková zarážka zareaguje zastavením stavu. Obsluha musí jeden alebo viac útkov pomocou motorového hľadača útkov vypárať, t.j. vrátiť sa aj v programe o jeden alebo viac útkov dozadu. Synchronizačný obvod vydá signál VZAD vždy pri priechode určitým uhlom potočenia hľadača listovky o 1/2 otáčky späť. Tento signál spustí podprogram, ktorý spôsobí, že mikroprocesor vyšle vhodnú informáciu pre predchádzajúce útko. Tento pochod sa opakuje podľa počtu vypáraných útkov. Pritom je potrebné blokovať prehod útkov. Až po vyhľadání všetkých potrebných útkov sa stav znovu spustí (napr. tlačítkom) a tkanie pokračuje.

3. ELEKTROMAGNETY

Impulz, ktorý vyšle elektronické zariadenie, postupuje po galvanickom oddelení a patričnom zosilnení ďalej k listovému stroju. Aby bolo možné ovládať týmto impulzom listový stroj, je potrebné zkonštruovať zariadenie, ktoré transformuje elektrický impulz na mechanický pohyb. Týmto zariadením je elektromechanický prevodník. Dôležitou zložkou tohoto zariadenia je elektromagnet, ktorý reaguje na elektrický impulz vyslaný elektronickým zariadením a mení ho na mechanický pohyb. Nakoľko sú elektromagnety dôležitou súčasťou prevodníka a je nutné pohyb elektromagnetu mechanickým spôsobom zosilniť, rozoberieme si túto problematiku podrobnejšie.

3.1 ROZDELENIE ELEKTROMAGNETOV

Elektromagnety môžeme rozdeliť podľa rôznych hľadísk /4/:
Podľa spôsobu napájania : a) jednosmerné elektromagnety

b) striedavé elektromagnety

Pretože striedavé elektromagnety majú niekoľko nepriaznivých vlastností budeme sa ďalej zaoberať iba jednosmernými elektromagnetmi. Tieto delíme na dva typy :

a) neutrálne

b) polarizované (využívajú k činnosti dva magnetické toky;
pomocný a pracovný)

Nás ďalej budú zaujímať iba neutrálne jednosmerné elektromagnety. Tieto sa delia na : a) otvorené

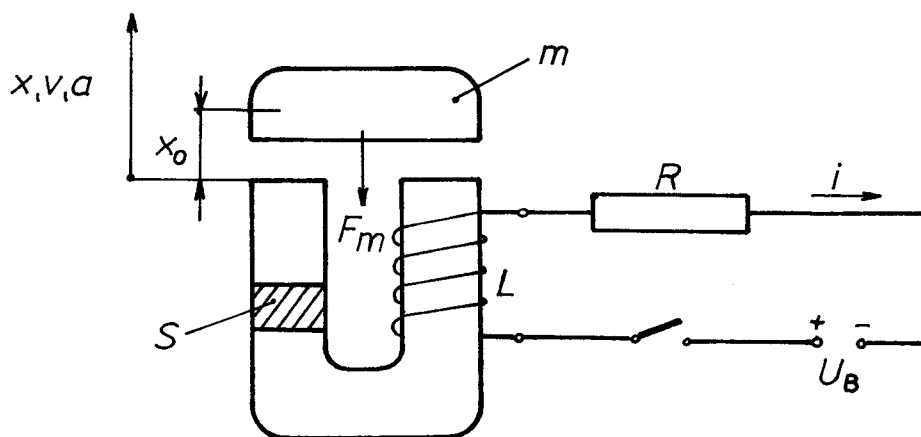
b) uzavreté

Podľa príťahu kotvy rozoznávame elektromagnety :

a) so zrýchleným príťahom kotvy

b) so spomaleným príťahom kotvy

3.2 ODVODENIE VZŤAHU PRE PRÍŤAŽNÚ SILU ELEKTROMAGNETU



Obr. 3.1 Elektrický obvod elektromechanického systému

Pre obvod nakreslený na obrázku 3.1 /4/, platí v súhlase s druhým Kirchhoffovým zákonom rovnica

$$U_B = R \cdot i + \frac{d\psi}{dt} \quad (3,1)$$

kde značí : U_B - napätie napájacieho zdroja

R - celkový ohmický odpor obvodu

i - elektrický prúd, pretekajúci obvodom

ψ - magnetický tok, spriahnutý s N -závitmi

t - čas

Ak vynásobíme rovnicu (3,1) hodnotou $i \cdot dt$, dostaneme

$$U_B \cdot i \cdot dt = R \cdot i^2 \cdot dt + i \cdot d\psi \quad (3,2)$$

tu predstavuje : $U_B \cdot i \cdot dt$ - prácu vykonanú vonkajším zdrojom

$R \cdot i^2 \cdot dt$ - ztraty Jouleovým teplom

$i \cdot d\psi$ - súčet energie magnetického poľa
a vykonanej vonkajšej práce (prácu príťažnej sily elektromagnetu)

pre $i \cdot d$ teda platí rovnica

$$i \cdot d\psi = dW_m + dL = dW_m + F_m \cdot dx \quad (3,3)$$

použité označenie : W_m - energia magnetického poľa

L - mechanická práca

F_m - príťažná sila

x - dráha kotvy

Z rovnice (3,3) dostávame obecný vzťah pre príťažnú silu elektromagnetu

$$F_m = \frac{dW_m}{dx} + i \cdot \frac{d\psi}{dx} \quad (3,4)$$

Celková energia magnetického poľa elektromagnetu o indukčnosti L je určená vzťahom

$$W_m = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2 \quad (3,5)$$

Deriváciou vzťahu podľa x , po úprave dostaneme

$$\frac{dW_m}{dx} = \frac{1}{2} \cdot \frac{dL}{dx} \cdot i^2 + L \cdot i \cdot \frac{di}{dx} \quad (3,6)$$

Pretože $L \cdot di = d\psi$, dostaneme po dosadení do (3,6) a potom do (3,4) obecné platný vzťah pre ľubovoľný neutrálny elektromagnet

$$F_m = - \frac{1}{2} \cdot \frac{dL}{dx} \cdot i^2 \quad (3,7)$$

Vzťah (3,7) si upravíme. Indukčnosť $L = \frac{N^2}{R_m}$ a prevrátená hodnota reluktancie / magnetického odporu / je magnetická vodivosť $G_m (= \frac{1}{R_m})$. Ak dosadíme uvedené veličiny do vzťahu (3,7), po úprave dostaneme

$$F_m = - \frac{1}{2} (N \cdot i)^2 \cdot \frac{dG_m}{dx} \quad (3,8)$$

Pri zanedbaní reluktancie železa a rozptylového toku, t.j. ak vezmeme do úvahy iba magnetický odpor vzduchových medzier medzi kotvou a pólmi, môžeme jeho veľkosť vypočítať zo vzťahu

$$\frac{1}{G_m} = R_m = \frac{2 \cdot x}{\mu_0 \cdot S} \quad (3,9)$$

kde značí : x - vzdialenosť kotvy od pólov

S - prierez jadra (vzduchovej medzery)

μ_0 - permeabilita prázdna ($\mu_0 = 1,256 \cdot 10^{-6} \text{ H/m}$)

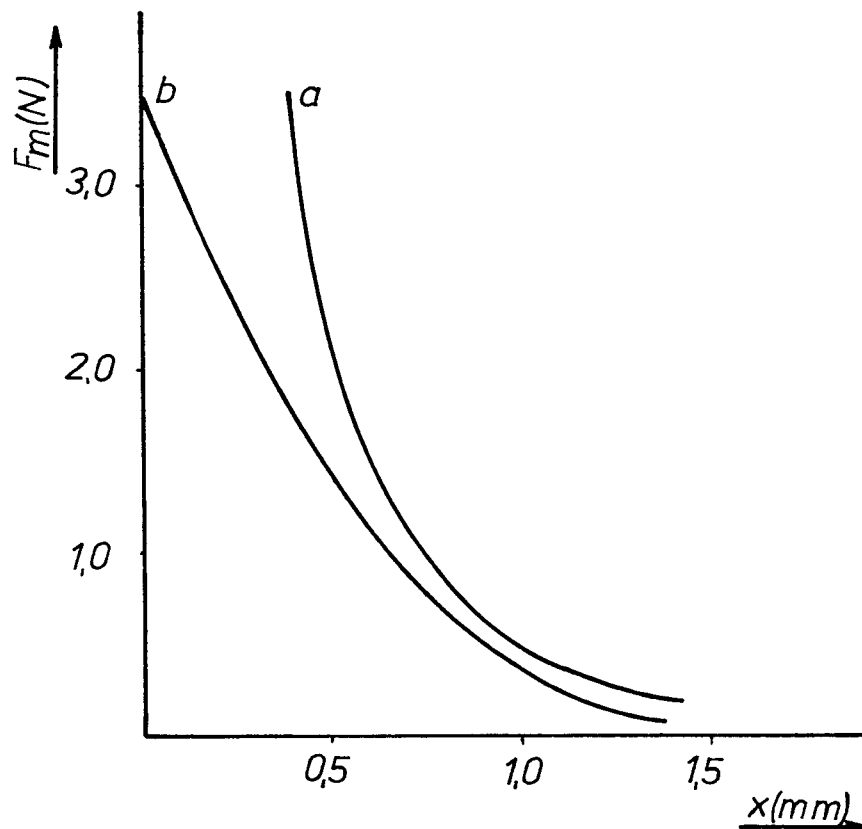
Ďalej zrejme platí vzťah

$$\frac{dG_m}{dx} = \frac{\mu_0 \cdot S}{2} \cdot \frac{1}{x^2}, \quad (3,10)$$

ktorý po dosadení do (3,8) vyjadruje silu v tvare

$$F_m = \frac{1}{4} \cdot \mu_0 \cdot S \cdot (N \cdot i)^2 \cdot \frac{1}{x^2} \quad (3,11)$$

Pretože uvažujeme statický stav, je prúd i a vzdialenosť x konštantná. Priebeh príťažnej sily F_m v závislosti na veľkosti vzduchovej medzery je naznačený na obrázku 3.2 a-krivkou. Zo vzťahu (3,11) vyplýva, že pre hodnotu $x = 0$ je F_m nekonečne veľká, čo však neodpovedá skutočnosti. Tento paradox vznikol v dôsledku zanedbania vplyvu reluktancie železa a rozptylu. Vplyv rozptylu železa možno približne rešpektovať zavedením určitej konštanty, ktorou násobíme magnetický tok vypočítaný bez uvažovania rozptylu. Túto konštantu označujeme symbolom k_r .



Obr. 3.2 Priebeh príťažnej sily F_m v závislosti na veľkosti vzduchovej medzery

Vplyv reluktancie železa zistíme najjednoduchším spôso-

bom, vhodným pre riešenie bez veľkého nároku na presnosť, pri ktorom sa používa pomernej permeability (napr. železa) s označením μ_z . Hodnotu μ_z zistíme odčítaním príslušnej hodnoty B pre dané H z magnetizačnej krivky a výpočtom zo vzťahu

$$\mu_z = \frac{B}{\mu_0 \cdot H} \quad (3,12)$$

S uvažovaním reluktancie železa nadobudne vzťah (3,9) tvar

$$\frac{1}{G_m} = R_m = \frac{2 \cdot x}{\mu_0 \cdot S} + \frac{l_z}{\mu_z \cdot \mu_0 \cdot S} \quad (3,13)$$

kde l_z je dĺžka strednej siločiar v železe. Predpokladom je rovnaký materiál jadra aj kotvy.

Príťažnú silu elektromagnetu je tiež možné vyjadriť v závislosti na magnetickom toku Φ vo vzduchovej medzere. K tomuto účelu použijeme Hopkinsonov zákon, podľa ktorého platí, s uvažovaním rozptylu, rovnica

$$R_m \cdot \Phi = N \cdot i \cdot \frac{1}{k_r} \quad (3,14)$$

Ak vyjadríme z tejto rovnice Φ a do takto vzniknutého vzťahu dosadíme za R_m výraz (3,12), dostaneme pre magnetický tok Φ výraz

$$\Phi = \frac{\mu_z \cdot \mu_0 \cdot S \cdot N \cdot i}{k_r} \cdot \frac{1}{2 \cdot \mu_z \cdot x + l_z} \quad (3,15)$$

Príťažnú silu elektromagnetu je možné vyjadriť vzťahom (použitím vzťahu (3,11) a Hopkinsonovho zákona)

$$F_m = \frac{\Phi^2}{\mu_0 \cdot S} \quad (3,16)$$

Dosadením výrazu (3,15) do uvedeného vzťahu (3,16) dosiahneme konečný vzťah pre výpočet príťažnej sily elektromagnetu:

$$F_m = \frac{\mu_z \cdot \mu_o \cdot S \cdot (N \cdot i)^2}{k_r^2} \cdot \frac{1}{(2 \cdot \mu_z \cdot x + l_z)^2} = \frac{K}{(a \cdot x + b)^2} \quad (3,17)$$

kde použité konštanty sú určené rovnicami

$$a = 2 \cdot \mu_z; K = \frac{\mu_z \cdot \mu_o \cdot S \cdot N^2 \cdot i^2}{k_r^2}; b = l_z; \quad (3,18)$$

Priebeh príťažnej sily F_m podľa vzťahu (3,17) je znázor-
nený na obrázku (3.2 b-krivkou. Je zrejmé, že pre $x = 0$ nado-
búda sila F_m konečnú hodnotu.

V praxi sa pre výpočet príťažnej sily často používa vzťah

$$F_m = \frac{1}{2 \cdot \mu_o} \cdot B^2 \cdot S \quad (3,19)$$

3.3 DYNAMIKA JEDNOSMERNÉHO ELEKTROMEGETU

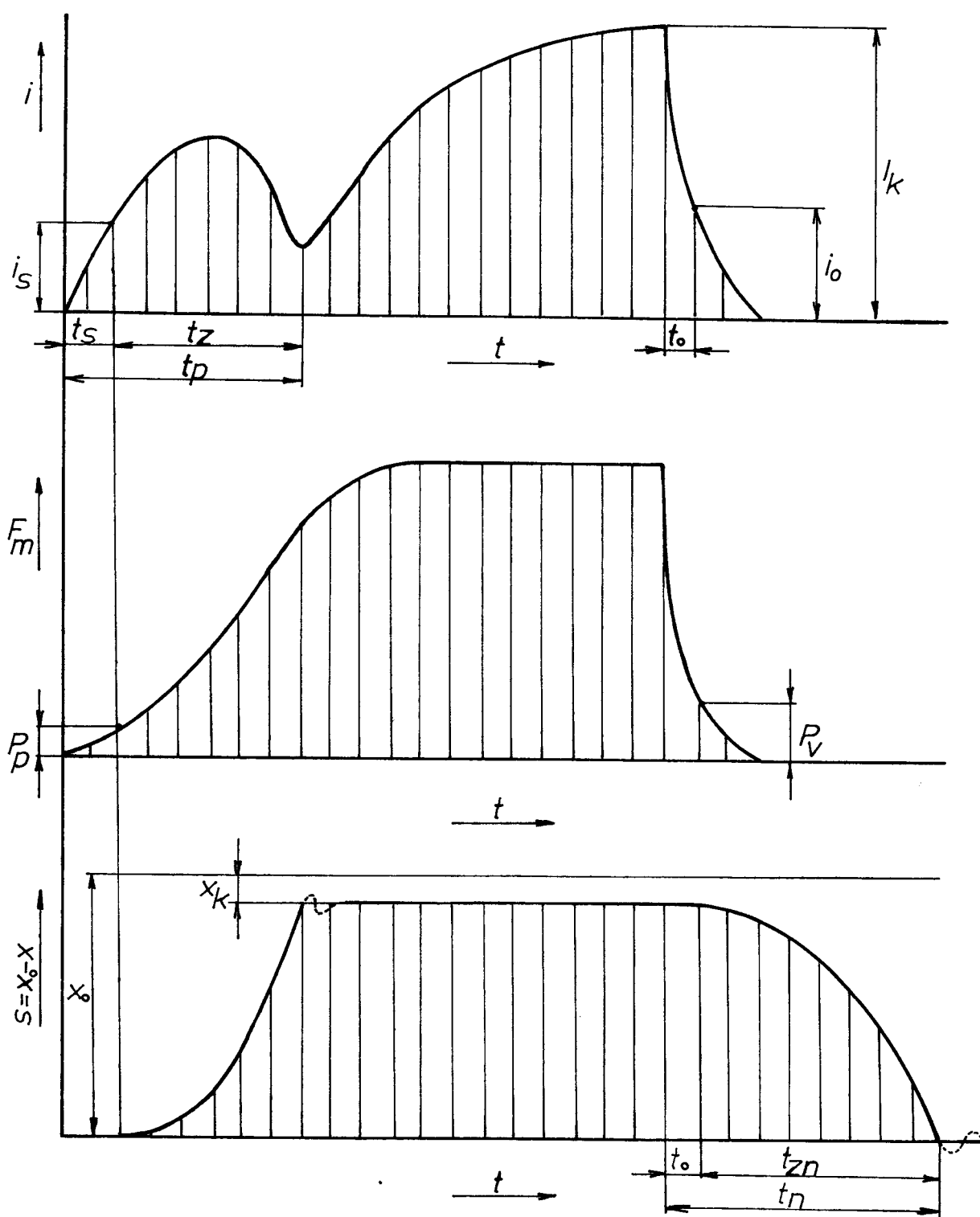
Príťah a odpad kotvy elektromagnetu je nestacionárny dej,
ktorý sa mení s časom. Dochádza ku zmene veľkosti príťažnej
sily F_m v závislosti na zmene vzdialenosti kotvy od pólov
elektromagnetu a na veľkosti prúdu prechádzajúceho elektro-
magnetom. Pre lepšie pochopenie dynamiky elektromagnetu je
potrebné, aby sme si najprv rozobrali pracovný cyklus elek-
tromagnetu.

3.3.1 ZÁKLADNÝ PRACOVNÝ CYKLUS ELEKTROMAGNETU

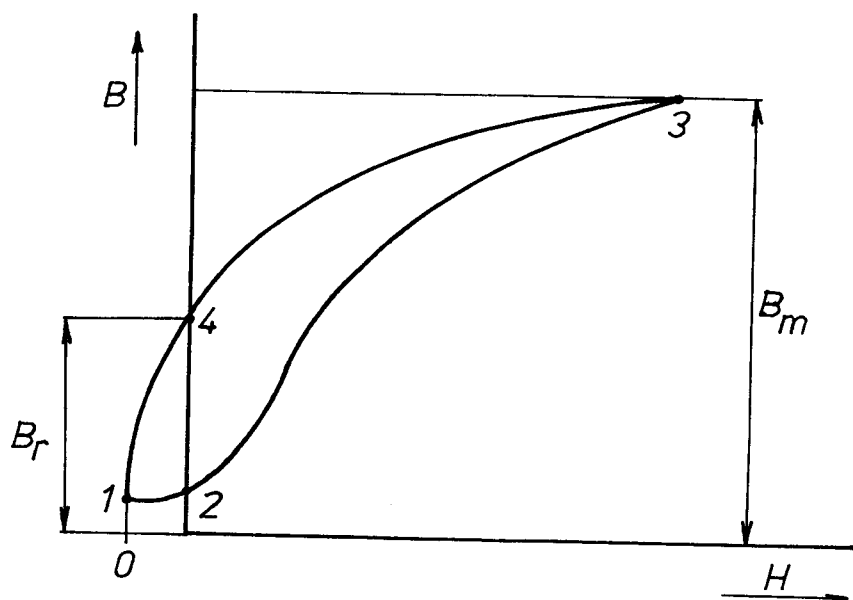
Činnosť neutrálneho elektromagnetu si vysvetlíme na
elektromechanickom obvode podľa obr. 3.1. Budeme sledovať
grafické znázornenie časových priebehov najdôležitejších ve-
ličín t.j. prúdu, sily a dráhy elektromagnetického obvodu
na obrázku 3.3.

Predpokladajme, že v čase $t = 0$, bol prúd $i=0$, príťažná sila $F_m=0$, dráha kotvy $s=0$ a došlo ku spojeniu kontaktov spínača napájacieho obvodu. Prúd v obvode narastá od nuly až do tzv. štartovacej doby t_s bez pohybu kotvy. Doba t_s je určená okamžikom vyrovnania sily F_m so všetkými protipôsobiacimi silami (sila vratnej pružiny, trenie, váha kotvy atď.). Po dosiahnutí väčšej hodnoty F_m sa dá kotva do pohybu. Po dobu t_s sa dá predpokladať, že indukčnosť elektromagnetu je stála (kotva stojí). Po prekročení času t_s sa dáva kotva do pohybu, rastie sila F_m a tým aj zrýchlenie kotvy. Pohybom kotvy sa mení indukčnosť, vzniká tzv. elektromotorická sila, ktorá pôsobí proti napätiu U_B zdroja. V dôsledku tohto javu začne prúd v obvode klesať dovtedy, kým neskončí pohyb kotvy. Potom prúd začne znovu stúpať až sa ustáli na hodnote I_k . V tejto fáze je indukčnosť prakticky konštantná. Po skončení zdvihu rastie s narastaním prúdu aj príťažná sila F_m , ktorá sa ustáli súčasne s prúdom. Po prerušení obvodu prúd a príťažná sila klesajú bez pohybu kotvy tak dlho až vratná pružina prekoná príťažnú silu a ďalšie odpory pohybu kotvy. Potom sa začne kotva vracieť do východzej polohy, prúd a príťažná sila klesajú na nulu. Čas návratu kotvy môže byť dlhší ako čas, za ktorý klesne prúd na nulu.

Pre názornosť je vhodné sledovať pracovný cyklus na hysteréznej sľučke magnetického materiálu, znázornený na obrázku 3.4. Predpokladom je niekoľkokrát opakovaný pracovný cyklus. Potom je pri vypnutom obvode ($i=0$) pracovný bod v bode 1 hysteréznej sľučky. Magnetická indukcia v materiále a tiež vo vzduchovej medzere je malá. Po zapnutí prúdu sa presunie pracovný bod 1, do bodu 2 a s narastaním prúdu sa posúva do bodu 3, kde zotrúva do rozpojenia obvodu.



Obr. 3.3 Grafické znázornenie časových priebehov hlavných parametrov elektromagnetu (prúdu, sily, dráhy)



Obr. 3.4 Hysterézná sľučka magnetického materiálu

Po rozpojení obvodu sa pracovný bod presúva z bodu 3 po hornej vetve sľučky až do bodu 4, kde prúd nadobúda nulovú hodnotu. Vplyvom demagnetizácie (odmagnetovania) sa pracovný bod posunie do východzieho bodu 1.

Demagnetizácia je pre správnu funkciu elektromagnetu veľmi dôležitá. Keby k nej nedochádzalo, bol by rozdiel medzi maximálnou indukciou B_m a minimálnou indukciou B_r vo vzduchovej medzere malý a tým by bol malý aj rozdiel vo veľkosti príťažných síl, odpovedajúcich týmto hodnotám. Vplyvom demagnetizácie sa však tento rozdiel podstatne zvýši.

3.3.2 ZÁKLADNÁ SÚSTAVA ROVNÍČ NEUTRÁLNEHO ELEKTROMAGNETU

Chovanie obvodu znázorneného na obrázku 3.1 je možné popísať sústavou simultánných diferenciálnych rovníc, medzi ktoré patrí : a) rovnica elektrického obvodu

$$U_B = R \cdot i + \frac{d\psi}{dt} \quad (3,1)$$

b) rovnica magnetického obvodu

$$\Phi \cdot H \cdot dl = N \cdot i \quad (3,20)$$

c) vzťah pre príťažnú silu

$$F_m = \frac{\Phi^2}{\mu_0 \cdot S} \quad (3,16)$$

d) pohybová rovnica kotvy

$$m \cdot \ddot{x} = -F_m + P_p(x, \dot{x}) \quad (3,21)$$

e) rovnica magnetovania železa

$$B = f(H) \quad (3,22)$$

f) rovnice oteplenia elektromagnetu

$$\mathcal{J} = \varphi(t) \quad (3,23)$$

Označenie P_p v rovnici (3,21) predstavuje všetky sily pôsobiace proti pohybu kotvy.

Presné riešenie tejto sústavy nie je známymi metódami možné /4/. Existuje však viac približných riešení, z ktorých jedno pre určenie času príťahu použijeme.

3.4 PRIBLIŽNÉ ODVODENIE ČASU PRÍŤAHU ELEKTROMAGNETU

Z obrázku 3.3 je vidieť, že čas príťahu t_p je rovný súčtu štartovacieho času t_s a času zdvihu kotvy t_z .

$$t_p = t_s + t_z \quad (3,24)$$

Štartovací čas môžeme zjednodušene určiť, ak zanedbáme vplyv vírivých prúdov a budeme predpokladať konštantnú indukčnosť L_0 , zo vzťahu (3,1).

Rovnicu potom môžeme prepísať na tvar

$$U_B = R \cdot i + L_0 \cdot \frac{di}{dt} \quad (3,25)$$

Riešením vzťahu (3,25) pri počiatkových podmienkach $t=0$, $i=0$ dostaneme vzťah pre prúd

$$i = \frac{U_B}{R} \cdot \left(1 - e^{-\frac{R}{L_0} \cdot t} \right) \quad (3,26)$$

Ak poznáme štartovací prúd i_s , môžeme určiť hodnotu času t_s .

$$t_s = \frac{L_0}{R} \cdot \ln \frac{I_k}{I_k - i_s} \quad (3,27)$$

I_k je ustálená hodnota prúdu daná pomerom $\frac{U_B}{R}$.

Čas zdvihu kotvy t_z určíme zjednodušene, ak výjdeme zo vzťahu pre silu

$$F_m = \frac{1}{4} \cdot \mu_0 \cdot S \cdot (N \cdot i)^2 \cdot \frac{1}{x^2} = \frac{k_1}{x^2} \quad (3,11)$$

Pohybová rovnica kotvy má po zavedení konštanty k_1 tvar

$$m \cdot \ddot{x} = -\frac{k_1}{x^2}, \quad (3,28)$$

ktorý možno použitím vzťahu $\ddot{x} = \frac{dv}{dt} \cdot v \cdot \frac{dv}{dx}$, upraviť na tvar

$$m \cdot v \cdot dv = -k_1 \cdot \frac{dx}{x^2} \quad (3,29)$$

Pretože v čase $t=0$ bola vzdialenosť kotvy od jadra x_0 a rýchlosť $v=0$ máme po integrácii

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = -k_1 \cdot \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{x_0} \right) \quad (3,30)$$

Okamžitá rýchlosť kotvy je daná vzťahom

$$\frac{dx}{dt} = v = -\sqrt{\frac{2 \cdot k_1}{m}} \cdot \sqrt{\frac{1}{x} - \frac{1}{x_0}} \quad (3,31)$$

Separáciou premenných a zavedením konštanty $K_1 = \frac{2 \cdot k_1}{m}$ dostaneme rovnicu

$$dt = - \frac{dx}{K_1 \cdot \sqrt{\frac{1}{x} - \frac{1}{x_0}}} = -K_1 \cdot \frac{dx}{\sqrt{\frac{x_0}{x} - 1}} \quad (3,32)$$

Integráciou tohoto vzťahu dostaneme výraz pre čas t

$$t = x_0 \cdot \sqrt{\frac{m \cdot x_0}{2 \cdot k_1}} \cdot \left(\frac{x}{x_0} \cdot \sqrt{\frac{x_0}{x} - 1} + \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{x_0}{x} - 1} \right) \quad (3,33)$$

Čas zdvihu kotvy určíme, ak dosadíme do vzťahu (3,33) za x konečnú vzdialenosť kotvy od jadra x_k

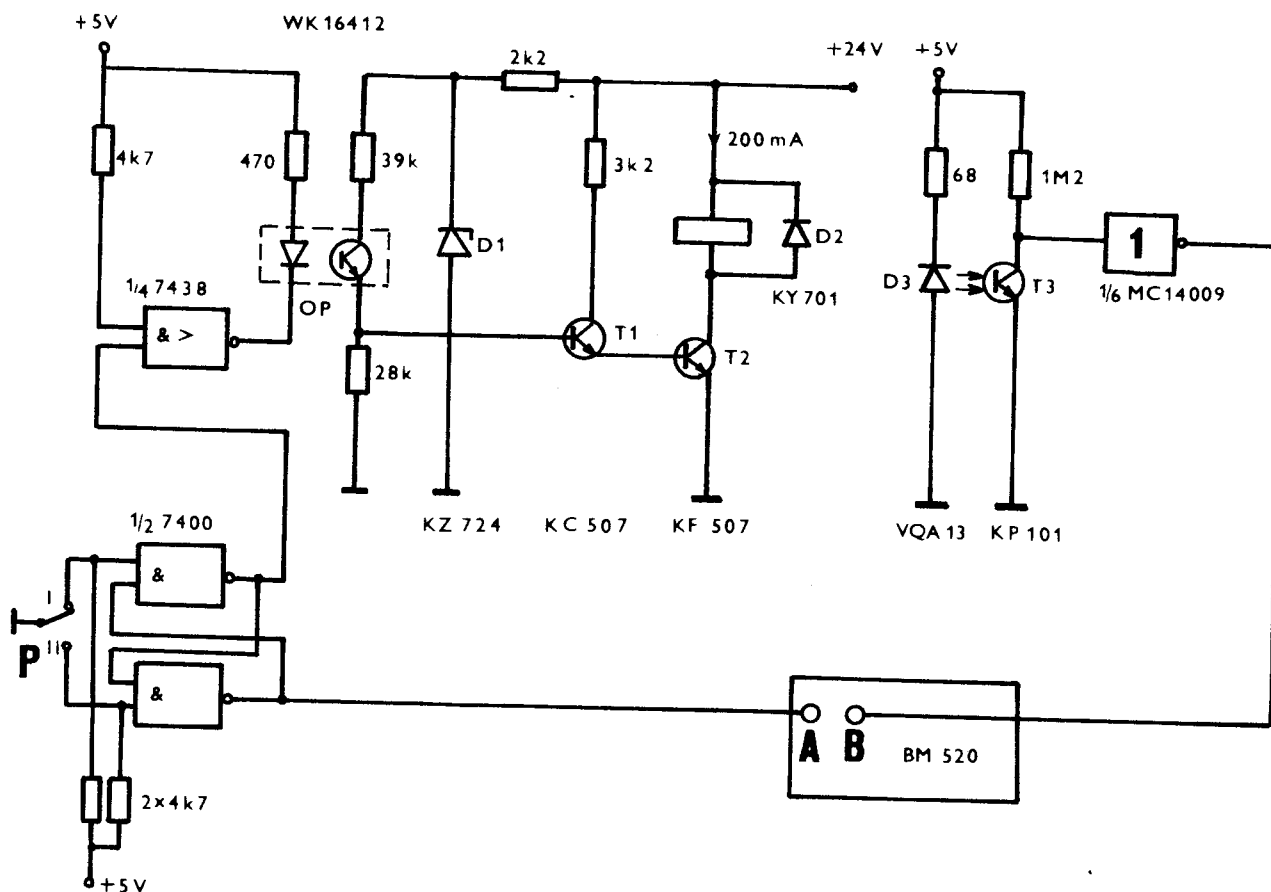
$$t_z = x_0 \cdot \sqrt{\frac{m \cdot x_0}{2 \cdot k_1}} \cdot \left(\frac{x_k}{x_0} \cdot \sqrt{\frac{x_0}{x_k} - 1} + \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{x_0}{x_k} - 1} \right) \quad (3,34)$$

3.4.1 MERANIE ČASU PRÍŤAHU ELEKTROMAGNETU

Ako je už v kapitole 3.4 uvedené, čas príťahu je rovný súčtu času štartovacieho a času zdvihu kotvy. Zariadenie na meranie týchto dvoch časov by bolo náročné a pomerne zložité. Pre jednoduchosť preto nebudeme rozlišovať jednotlivé časové intervaly, z ktorých sa skladá čas príťahu kotvy a budeme merať iba celkový čas príťahu kotvy. Elektrické schéma zariadenia na meranie celkového času príťahu kotvy je znázornené na obrázku 3.5.

Obvod nakreslený na obrázku 3.5 sa skladá z troch častí. Z obvodu, ktorý vyšle impulz na začiatku merania, z napájacieho obvodu elektromagnetu a z obvodu, ktorý signalizuje impulzom ukončenie merania.

Celý obvod reaguje na prepnutie prepínača P. Pri prepnutí prepínača P z polohy I. do polohy II. sa vyšle impulz na A-vstup čítača BM 520. Zároveň sa otvorí hradlo 7438, kto-



Obr. 3.5 Schéma zapojenia pre meranie času príťahu

ré vybudí diódu optoelektrického izolačného členu OP, ten galvanicky oddeľuje obvod elektromagnetu od signalizačného obvodu. Tým sa omedzuje pôsobenie rušivých vplyvov na signalizačný obvod. Svetlo diódy pôsobí na fototranzistor optoelektrického izolačného členu OP a tým uvádza bezkontaktným spôsobom do činnosti budiaci obvod elektromagnetu. Elektromagnet priťahne kotvu. Kotva má tvarovaný koniec, ktorý preruší svetelný tok medzi svetelnou diódou D_3 a fototranzistorom T_3 . Prerušenie svetelného toku vyvolá impulz, ktorý sa privádza na B-vstup čítača. Čítač vyhodnotí časový rozdiel medzi príchodom impulzov na vstupy A a B. Tento časový rozdiel medzi jednotlivými impulzami je celkovým časom príťahu kotvy elek-

tromagnetu.

Pre názornosť bolo uskutočnené meranie na elektromagne-
te, ktorý vyrába výrobca MEZ Postřelmov. Elektromagnet typo-
vého označenia EMS 4210-1, je určený pre jednosmerné napája-
cie napätie 24 V. Hodnoty získané meraním na tomto elektro-
magnete pre dva rôzne zdvihy kotvy (5 mm a 10,5 mm) sú
prehľadne usporiadané v tabuľke 3.1 a tabuľke 3.2. Elektromag-
net bol meraný v polohe zvislej.

P.č.	Dráha kotvy	Čas príťahu/ms/
1.	5 mm	23,1
2.	5 mm	23,1
3.	5 mm	22,9
4.	5 mm	23,0
5.	5 mm	23,0
6.	5 mm	23,1
7.	5 mm	23,0
8.	5 mm	23,1
9.	5 mm	23,1
10.	5 mm	23,2

Tabuľka 3.1 Hodnoty času príťahu

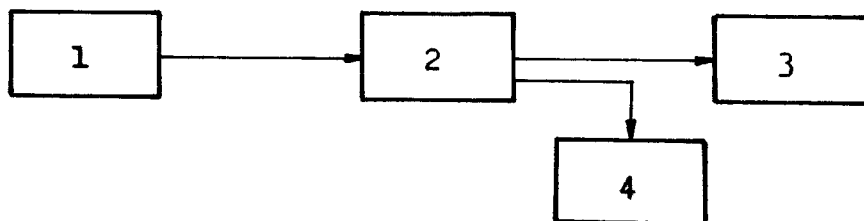
P.č.	Dráha kotvy	Čas príťahu/ms/
1.	10,5 mm	55,9
2.	10,5 mm	56,0
3.	10,5 mm	56,0
4.	10,5 mm	55,7
5.	10,5 mm	55,8
6.	10,5 mm	55,7
7.	10,5 mm	55,8
8.	10,5 mm	55,7
9.	10,5 mm	55,8
10.	10,5 mm	55,9

Tabuľka 3.2 Hodnoty času príťahu

Ako sa dalo očakávať, s narastajúcou dráhou kotvy vzrastá aj čas, potrebný na jej prekonanie. Zároveň podľa kapitoly 3.2 klesá s narastajúcou vzdialenosťou príťažlivá sila elektromagnetu. Zkrátenie času príťahu kotvy možno dosiahnuť vhodným budením, viď napr. /5/ a /6/. Tento elektromagnet není vhodný pre naše použitie, pretože jeho šírka (25 mm) nevyhovuje našim požiadavkám.

3.4.1.1 MERANIE ČASU PRÍŤAHU ELEKTROMAGNETU OSCILOGRAFOM

Pretože výsledky merania času príťahu elektromagnetu uvedené v kapitole 3.4.1 neboli dostatočne presné, bolo toto meranie uskutočnené ešte raz v KVÚ Elitex. Tu sa na rozdiel od predchádzajúceho merania nemeral rozdiel časov, ale priebeh napájacieho prúdu elektromagnetu. Výsledky získané týmto meraním sú presnejšie, čo vyplýva z toho, že časy namerané touto metódou sú kratšie.

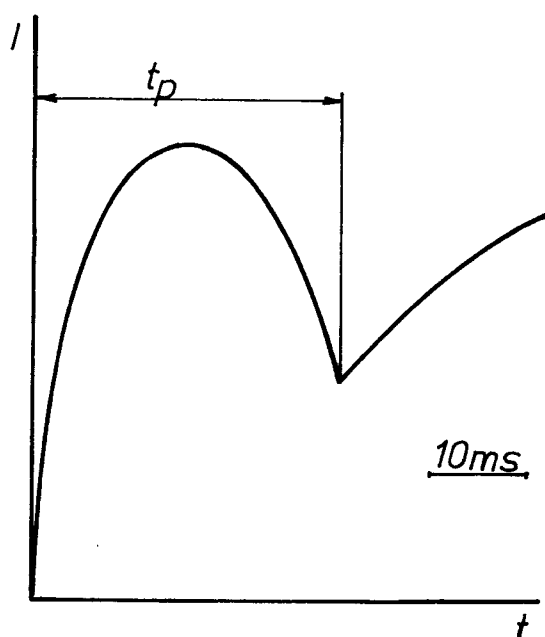


Obr. 3.6 Bloková schéma merania pomocou oscilografu

Predmetom merania bol elektromagnet-4, ktorý vyrába MEZ Postřelmov, typ EMS 4210-1, určený pre jednosmerné napájacie napätie 24 V. Elektromagnet-4 bol pripojený na zdroj-1, jednosmerného napätia, Aritma 6404, v.č.573 a ampérmeter-2, DU 20, v.č.8333560. Paralelne ku svorkám ampérmetra-2 bol pripojený sľučkový oscilograf-3, Southern F 10, v.č.757. Meranie prebiehalo tak, že po spustení oscilografického zapisovača 3

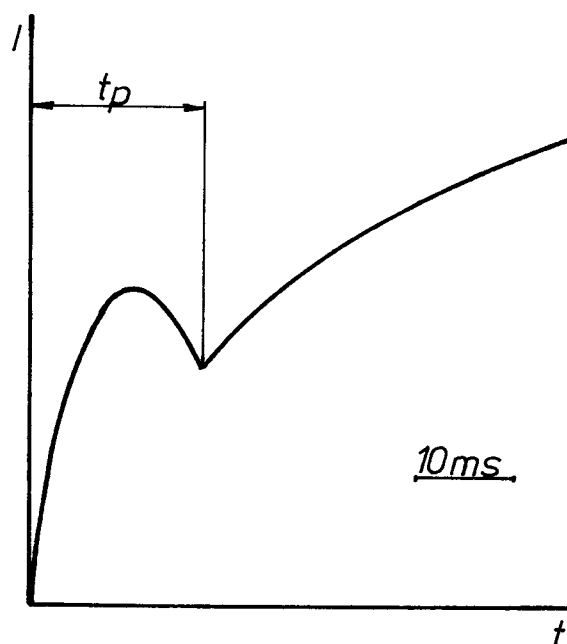
sa pripojil zdroj-1 na svorky elektromagnetu-4. Časový priebeh prúdu zaznamenal sľučkový oscilograf-3, pripojený k ampérmetru-2. Meranie sa prevádzalo pre dva zdvihy elektromagnetu-4, 5 mm a 10,5 mm. Magnet bol meraný v polohe vodorovnej, bez zaťaženia kotvy. Časové priebehy prúdov sú znázornené graficky na obrázku 3.7 a 3.8. Časy vyhodnotené z grafov sú uvedené v tabuľke 3.3

Zdvih 10,5 mm



Obr. 3.7

Zdvih 5 mm



Obr. 3.8

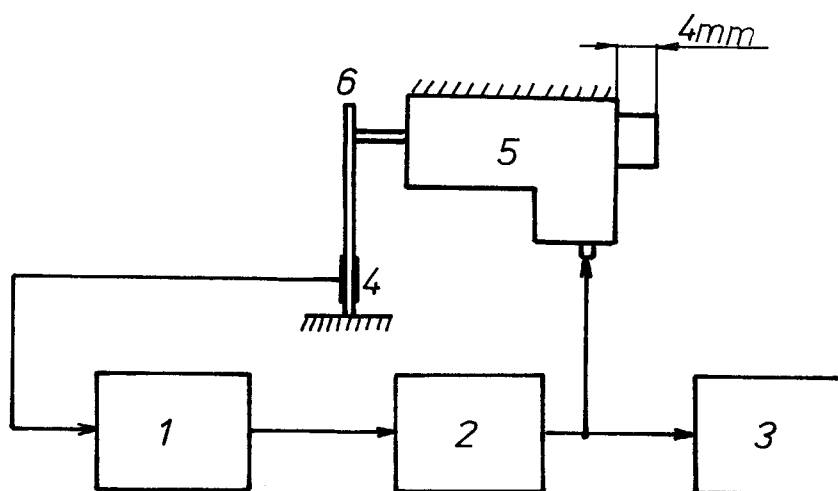
Grafické znázornenie časového priebehu napájacieho prúdu elektromagnetu pre dva rôzne zdvihy kotvy

por.č.	dráha kotvy /mm/	čas príťahu /ms/
1.	5	18
2.	10,5	30

Tabuľka 3.3 Čas príťahu pre dva zdvihy

3.4.2 MERANIE PRÍŤAŽNEJ SILY ELEKTROMAGNETU

Meranie príťažnej sily elektromagnetu spočívalo v snímaní a vyhodnocovaní deformácie votknutého nosníka. Toto meranie bolo tiež realizované v KVÚ Elitex.



Obr. 3.9 Bloková schéma meracieho pracoviska

Predmetom merania bol elektromagnet-5, ktorý vyrába MEZ Postřelmov, typ EMS 4210-1, určený pre jednosmerné napájanie 24 V. Kotva elektromagnetu priliehala k jednostranne votknutému nosníčku-6, na ktorom boli pripevnené drôtené tenzometre-4 (2 ks) SM 120, určené k snímaniu deformácií nosníka-6. Na tenzometrické snímače-4 bol pripojený merací zosilovač-1, Hottinger KWS/II-5, v.č. 4458, ktorý bol ociachovaný v gramoch. K nemu bol pripojený oscilograf-2, Southern F 10, v.č. 757. Napájanie elektromagnetu bolo realizované stabilizovaným zdrojom-3 jednosmerného napätia, Tesla MBS 101, v.č. 0004. Meranie prebiehalo tak, že elektromagnet bol napájaný rôznym napätím. Kotva elektromagnetu vyvodzovala vplyvom rôzneho napätia rôzny tlak na nosník a ten sa vplyvom

týchto tlakov rôzne deformoval. Merací zosilovač-1 vyhodnocoval tieto deformácie pomocou tenzometrov-4 a ukazoval priamo silu (vyjadrenú v gramoch), ktorá pôsobila na nosník. Tak bola získaná závislosť príťažnej sily na veľkosti napájacieho napätia. Priebeh merania sa zároveň vyhodnocoval na sľučkovom oscilografe-2. Výsledky získané meraním sú prehľadne usporiadané v tabuľke 3.4, kde sú zaznamenané hodnoty napätia a prúdu prechádzajúceho elektromagnetom. Súčasne je v tabuľke zaznamenaná aj veľkosť pôsobiacej sily pri rôznych napájacích napätiach.

Por.č.	U /V/	I /A/	F /N/
1.	2,5	0,12	0,0981
2.	6	0,27	0,1962
3.	9	0,33	0,2943
4.	13	0,46	0,4905
5.	17,5	0,58	0,5886
6.	20	0,68	0,6867
7.	22	0,7	0,7848
8.	29	0,9	0,981

Tabuľka 3.4 Hodnoty pôsobiacej sily

Ako vidieť z tabuľky 3.4, hodnota napätia v poslednom riadku prekročila dovolené napájacie napätie elektromagnetu. V tomto prípade išlo o skúmanie, či je elektromagnet schopný vyvodiť silu $F=0,981$ N, a pri akom napätí. Toto napätie bolo privedené k elektromagnetu iba ako impulz, takže k poškodeniu tohoto nemohlo dôjsť.

4. LISTOVÝ STROJ RL 600

Listovka RL 600 je rýchlobežný listový stroj určený pre použitie na moderných tryskových stavoch pneumatických a vodných, ktoré dosahujú rýchlosť asi do 650 prehodov útku za minútu /8/, /11/.

4.1 PRINCÍP LISTOVÉHO STROJA RL 600

RL 600 je mechanický negatívny listový stroj, ktorý pracuje na princípe Hattersley, to znamená, že tento listový stroj má balančnú páku opatrenú na oboch koncoch háčikom /11/.

Listový stroj systému Hattersley na obrázku 2.1 pracuje tak, že pohyblivé nože 2,9 unášajú po zavesení platiny 3,14 v smere svojho pohybu. Tým dochádza zároveň k pohybu balančnej páky 6, ktorá je spojená s platinami. Pretože na balančnú páku v bode A je pomocou tiahla pripojený list, vykonáva tento pohyb zároveň s balančnou pákou aj list. Signál o zavesení platiny prenáša čítacie zariadenie z kolíčkovej karty pomocou mechanických prevodov na platinu.

Listový stroj RL 600, ktorého rez je znázornený v prílohe 1, pracuje síce podobne ako listový stroj systému Hattersley, líši sa však v niektorých detailoch.

Na páke 1 (viď príloha 1), je zavesený pomocou tiahla list, ktorý je sťahovaný pružinami. Páka 1 je spojená s pákou 3 pomocou tiahla 2. Na páke 3 je balančná páka 11, opatrená na oboch koncoch háčkami 5, otočná okolo pohyblivého stredu A. Bod A, pokiaľ páka 3 nekoná pohyb, je totožný so stredom kývajúcej sa traverzy 4, ktorá má v tomto bode pevný stred. Pohyb traverzy 4 je budený excentricky uloženým

hriadeľom. Balančná páka 11 s háčikmi 5 je totožná s platí-
nami systému Hattersley.

Signál pre zavesenie háčikov vydáva kartový kolíčkový
mechanizmus 10, ktorý nepriamo ovláda zámky 6 cez ramená 8.
Ramená 8 sú spojené so zámkami 6 pomocou pružín 12, ktoré
majú väčšiu tuhosť ako pružiny 13, ktoré protiháčky sťa-
hujú k dorazom 7.

4.2 ČINNOSŤ LISTOVÉHO STROJA RL 600

Kartový kolíčkový mechanizmus 10 (viď príloha 1) sa otá-
ča konštantnými otáčkami 8x pomalšie, ako hriadeľ listového
stroja RL 600. Ak má dať signál k zaháknutiu háčikov 5 so zám-
kami 6, zdvihne pomocou kolíčka 9 rameno 8. Rameno 8 prenesie
svoj pohyb pomocou pružiny 12 na zámok 6. Tento sa postaví do
cesty háčiku 5 na balančnej páke 11. Balančná páka 11 koná
kyvný pohyb okolo bodu A následkom toho, že na zadné plošky
háčikov 5, umiestnených na balančnej páke 11, dosadá traver-
za 4, ktorá koná kyvný pohyb okolo svojho pevného stredu
v bode A a takto prenáša svoj pohyb na balančnú páku 11.
Pohyb traverzy 4 je odvodený od excentricky uloženého hria-
deľa, na ktorý je pripojená pomocou tiahla. Ak tlačí traver-
za napr. na horný háčik, začne ho unášať smerom doprava tak
dlho, až dôjde k zaháknutiu háčika s horným zámkom. Teraz sa
traverza začne od horného zamknutého háčika odďalovať a zač-
ne unášať dolný háčik. Tým, že došlo k uzamknutiu horného
háčika, dolný háčik, ktorý je tlačенý traverzou, začne pohy-
bovať celou balančnou pákou a táto sa začne natáčať už nie
okolo bodu A, ale okolo uzamknutého horného háčika. Tým dochá-
dza k posúvaniu bodu A a tým aj k pohybu celej páky 3. Táto

potom pomocou tiahla 2 prenáša svoj pohyb na páku 1. Páka 1 prenáša svoj pohyb cez tiahla priamo na list a takto realizuje jeho zdvih. Ak má dôjsť k uvoľneniu háčika 5, narazí traverza na zadnú plošku háčika 5. Tým dôjde k uvoľneniu zátku 6, ktorý pružina 13 stiahne na doraz 7. Takto uvoľnený háčik 5 sa potom pohybuje s traverzou 4 smerom doľava. Pri zamknutom dolnom háčiku 5 dochádza takto ku sťahu listu. Ak má zostať list zdvihnutý behom viacerých prehodov útku, uzamknú sa obidva háčiky a list zostane v hornej polohe. Ak nemá dôjsť k uzamknutiu háčika, kartový mechanizmus nedá signál k uzamknutiu, to znamená, že neobsahuje kolíček potrebný ku zdvihu páčky. Listový stroj RL 600 pracuje s polovičnými otáčkami stavu t.j. 300 ot/min. Dvíha maximálne 20 listov stavu. Rozteč jednotlivých listov je 12 mm. Zdvih listov riadených listovým strojom RL 600 je nútený, sťah sa realizuje pomocou pružín (negatívny).

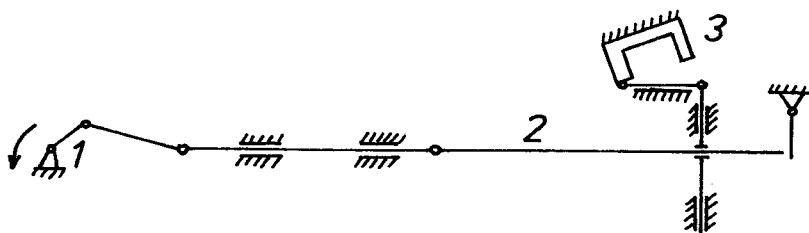
5. ELEKTROMECHANICKÝ PREVODNÍK

Zámerom tejto práce je navrhnutie zariadenia, ktoré by bolo schopné riadiť zapínanie a vypínanie háčikov a zámkov, listového stroja RL 600. Na rozdiel od súčasného riešenia tohoto problému by malo mať schopnosť prijímať elektrické riadiace impulzy a tieto meniť na mechanické impulzy, ktoré by boli zosilované mechanickým pohonom. Navrhované zariadenie by malo nahradiť kartový kolíčkový mechanizmus.

5.1 ALTERNATÍVNE RIEŠENIA

Navrhnutý elektromechanický prevodník (ďalej len prevodník) je vlastne výsledkom niektorých alternatívnych riešení, ktoré síce predstavujú určitú možnosť, ale sú buď náročné na výrobu, a tým sa stávajú cenovo náročnými, alebo sú riešené tak, že nevyhovujú buď z hľadiska rázov, alebo z hľadiska zotrvačnosti. Všetky riešenia, až na jedno, majú pohon realizovaný pomocou vačky, ktorá predstavuje plynulý chod a môže zabezpečiť určitú kľudovú výdrž. Táto výdrž sa nedá realizovať na kľukovom mechanizme. V nasledujúcom texte budú uvedené a bližšie popísané niektoré alternatívy riešení.

5.1.1 PREVODNÍK S KĽUKOVÝM POHONOM

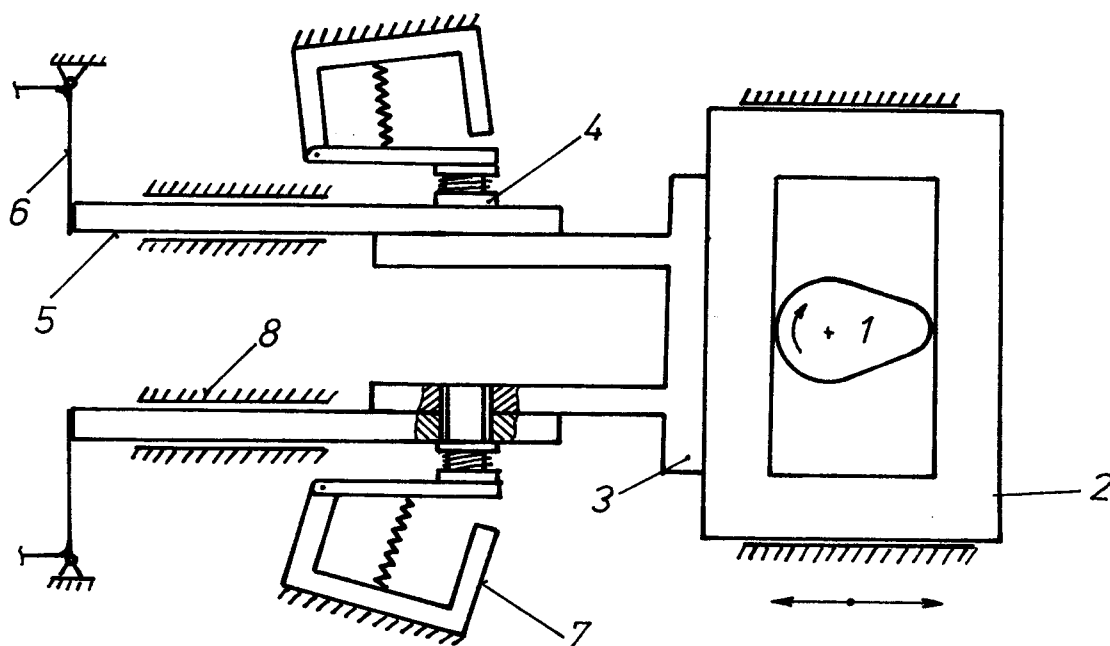


Obr. 5.1 Schéma prevodníka s kľukou

Tento prevodník má realizovaný pohon pomocou kľuky 1. Kľuka 1 sa otáča konštantnou rýchlosťou a tým zabezpečuje vratný posuvný pohyb tyčky 2, ktorá je zo svojej pôvodnej polohy vychýľovaná pomocou elektromagnetu 3. Elektromagnet je riadený mikropočítačom.

Nevýhodou tohoto riešenia je väčší počet prevodov, ktorý zapríčiňuje určitú zotrvačnosť mechanizmu. Navyše na tomto zariadení sa nedá realizovať kľudová výdrž. Toto riešenie nie je vhodné pre naše použitie aj z toho hľadiska, že ovládacie tyčky 2 pre párne aj nepárne útká sú v jednej rovine a vysúvajú a zasúvajú sa všetky naraz, čo je nevýhodné z hľadiska práce elektromagnetov 3 a tiež aj z hľadiska umiestnenia na prevodníku.

5.1.2 PREVODNÍK S JEDNOU VAČKOU

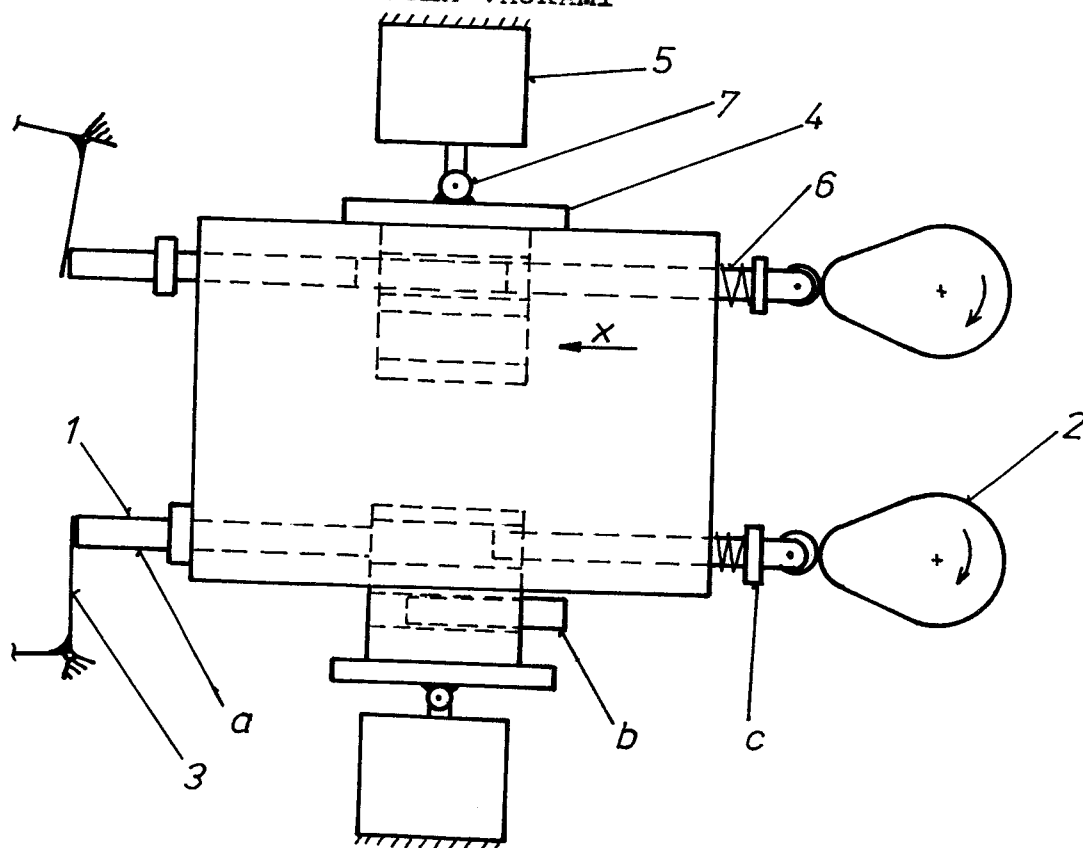


Obr. 5.2 Schéma prevodníka s jednou vačkou

Prevodník s jednou vačkou pracuje tak, že vačka 1 posúva centrálnu rúru 2 s nastavbou 3, ktorá má vidlicový charakter s otvormi pre kolíčky 4. Na vidlice sú voľne položené hranolky, vedené vo vodičkach 8, tiež s otvormi pre kolíčky. Hranolky sú vedené a opierajú sa o zámkové 6 listovky. Ak má dôjsť k vychýleniu zámkovej 6, vačka pohybuje rúrou doľava. Vo vhodnom okamžiku elektromagnet 7 zasunie kolíček 4 do otvoru, keď sa prekrývajú. Tým dôjde ku spojeniu nastavby 3 s hranolkou 5 a realizuje sa prenos sily na zámkovú 6, ktorý sa jej pôsobením vychýli.

Nevýhodou tohoto mechanizmu je rázové namáhanie kolíčkov na strih a tiež to, že v prípade zaradenia hranoliek 5 pre párne aj nepárne útko sa obidve hranolky pohybujú súčasne.

5.1.3 PREVODNÍK S DVOMA VAČKAMI



Obr. 5.3 Schéma prevodníka s dvoma vačkami

Prevodník s dvoma vačkami odstraňuje niektoré nedostatky vyššie uvedených alternatív. Tyčky 1 sú uložené v dvoch rovinách a pohon majú realizovaný pre každú rovinu jednou vačkou 2. Zvláštnosťou tyčiek 1 je, že sa skladajú z troch častí a, b, c. Časť a, sa opiera o zámok 3; časť b, je uložená v zásobníku 4, s dvomi otvormi; časť c, je pritlačovaná k vačke 2, pružinou 6, a navyše je vybavená na konci kolieskom, aby nedochádzalo medzi tyčkou a vačkou k treniu. Zásobník je upevnený na kotvu 7, elektromagnetu 5, ktorý zásobník vysúva alebo zasúva podľa potreby. Ak chceme napríklad aby sa zámok 3, vychýlil, zasunieme elektromagnetom 5, zásobník 4, dovnútra. Tým sa dostanú všetky diely a, b, c, tyčky 1, do jednej osi a zdvih vačky 2, tyčka 1, prenáša na zámok 3, ktorý sa vychýli. Ak nechceme prenášať zdvih vačky na zámok, vysunieme elektromagnetom 5, zásobník 4, tak, aby na miesto otvoru s časťou tyčky b, sa dostal prázdny otvor x, zásobníku. Časť c, tyčky 1, sa pohybuje potom vplyvom zdvihu vačky v prázdnom otvore x, zásobníku 4, a vychýlenie zámku 3, sa nedá realizovať. Prevodník s dvoma vačkami umožňuje vzájomné natočenie vačiek, čím sa dá realizovať striedavé zdvíhanie tyčiek pre párne útko a tyčiek pre nepárne útko.

Nevýhodou tohoto prevodníka je negatívny chod, to znamená, že v jednom smere je tyčka tlačená vačkou a v opačnom smere pružinou, čo je pri zvyšovaní počtu otáčok predpokladom určitej zotrvačnosti. Ďalšou nevýhodou je väčší počet styčných plôch, čo vedie jednak k rázom a tiež k rýchlejšiemu vzniku nežiadúcich vôlí v mechanizme.

6. NAVRHOVANÝ ELEKTROMECHANICKÝ PREVODNÍK

Využitím niektorých vhodných vlastností vyššie uvedených elektromechanických prevodníkov vznikol návrh prevodníka, ktorý si podrobnejšie popíšeme v nasledujúcom texte. Navrhovaný prevodník je zložený z minimálneho počtu súčiastok, ktoré sú pomerne jednoduché, takže prevodník priamo reaguje ako na pohon tak aj na elektromagnety, ktoré riadia jeho činnosť.

6.1 PRINCÍP NAVRHOVANÉHO PREVODNÍKA

Navrhovaný elektromechanický prevodník je určený pre vychýľovanie ramien 8, listového stroja RL 600, znázorneného v prílohe 1. Celý elektromechanický prevodník je rozkreslený v samostatnej prílohe 2, ktorá obsahuje konštrukčný návrh a výrobné výkresy mechanickej časti prevodníka.

Ako je naznačené na výkrese zostavy (príloha 2), celý prevodník je uložený v skrini 9, ktorá je nosným prvkom celej konštrukcie. V čelnej stene skrine 9, sú oválne otvory, v ktorých sa pohybujú tyčky 8, v bočných stenách skrine 9, sú uložené ložiská 2, celého zariadenia, ktoré nesú pohyblivú časť celého mechanizmu. Navyše sú v bočných stenách uchytené pomocou štyroch skrutiek vodička s otvormi, v ktorých sú vedené tiahla 19, elektromagnetov. Na spodnej a vrchnej stene sú pomocou štyroch skrutiek uchytené dosky 14, z nemagnetického materiálu, ktoré majú v sebe vyrobené obdĺžnikové otvory. Tieto otvory slúžia ako vedenie pre kotvičky 17. Celá doska slúži súčasne ako dosadová plocha elektromagnetov. Vo vrchnej a spodnej stene skrine sú vyvŕtané kruhové otvory, ktoré slúžia ako vedenie pre tiahla 19, elektromagnetov.

Zároveň tieto steny slúžia ako dosadová plocha kotvičiek 17. Celá skriňa je vyrobená z plechu, hrúbky 3 mm. Jednotlivé spoje skrine sú prevedené tvrdým spájkovaním. Detail skrine je znázornený na výkrese číslo dva, prílohy dva.

Uloženie pohybového ústrojenstva prevodníku si bližšie popíšeme.

V bočných stenách skrine je vyrobený otvor. Do tohoto otvoru zapadá púzdro 10, ktoré je vybavené osadením pre tento otvor. V púzdre je tiež vysústružené lôžko pre ložisko 2. V ložisku je uložený hriadeľ 15. Púzdro je v stene navyše uchytené tromi zápusťnými skrutkami 1.

Osadený hriadeľ 15, uložený v ložiskách 2, prenáša pohybový moment z pohonnej jednotky na tyčky 8. Prenos momentu je realizovaný nasledovne. Na vyčnievajúci koniec hriadeľa 15, zo skrine 9, je upevnená pohonná jednotka. Pohyb pohonnej jednotky prenáša hriadeľ na bočnice 3, ktoré sú na hriadeli pevne uložené pomocou pera. V bočniciach 3, sú uložené nosné tyče 21. Z hľadiska pevnosti sú navyše poistené v bočniciach kolíkmi 5. Na nosných tyčiach 21, sú otočne uložené silonové oká 16, v ktorých sú zaskrutkované tyčky 8. Vyskrutkovaním, alebo zaskrutkovaním tyčky 8, do oka 16, sa dá regulovať zdvih tyčky. Tyčka je v oku zaistená poistnou maticou 18. Presná rozteč tyčiek 8, v smere osi nosnej tyče 21, je vymedzená rozperkami 11, 12, 13. Konce tyčiek 8, sú vedené v oválnych otvoroch čela skrine. Ako je zrejmé z výkresu zostavy, tyčky sú uložené v dvoch rovinách nad sebou. Konce tyčiek 8, sú upravené. Význam tejto úpravy si vysvetlíme neskôr. Tyčka 8, je asi v polovici svojej dĺžky navyše vedená v očku tiahla 19. Toto tiahlo je pevne spojené s kotvičkou 17. Na tiahle 19, je prispájkovaná podložka 7, ktorá

vymedzuje predpätie pružinky 6. Pružinka 6, udržiava tyčku 8, pomocou tiahla 19, v pracovnej polohe v ktorej tyčka 8, naráža na rameno 8, zámku listového stroja RL 600.

6.1.1 VÝPOČET HRIADEĽA

Jedna tyčka 8, (viď príloha 2) pri vychyľovaní ramena 8 (viď príloha 1), zámku listového stroja RL 600, prenáša oso-
vú silu o veľkosti $F=4,9$ N. Pretože tyčky sú umiestnené do
dvoch rovín, zvlášť pre párne a nepárne útko, a v zábere sú
vždy iba tyčky jednej roviny, budeme prevádzať výpočet iba
pre polovičný počet tyčiek. Maximálny počet tyčiek v jednej
rovine je 20. Obidve roviny sú od osi hriadeľa súmerne vzdia-
lené na ramene $r=0,015$ m. Z týchto údajov môžeme vypočítať
maximálny moment, ktorý hriadeľ prenáša a na základe toho
zvoliť prierez a materiál hriadeľa, ktorý by bol schopný pre-
nášať tento moment. Celková sila pôsobiaca na hriadeľ 15 (viď
príloha 2) je

$$F_c = 20 \cdot F = 20 \cdot 4,9 = 98,1 \text{ N} \quad (6,1)$$

Dosadením sily F_c do vzorca pre výpočet momentu dostávame

$$M_k = 2 \cdot F \cdot r = 2 \cdot 98,1 \cdot 0,015 = 2,94 \text{ Nm} \quad (6,2)$$

Aby sme mohli prenášať moment hriadeľom, musíme zvoliť jeho
materiál tak, aby zniesol takéto zaťaženie. Preto porovnáme
vypočítané zaťaženie s dovoleným zaťažením podľa rovnice

$$M_k \leq W_k \cdot \tau_{DOV} \quad (6,3)$$

kde $W_k = 0,2 \cdot d^3$ a τ_{DOV} pre oceľ 11 600 sa pohybuje v rozme-
dzí $\tau_{DOV} = 4,5 \cdot 10^6 - 5,08 \cdot 10^6$ MPa. Ak dosadíme za d hodnotu

0,008 m, dostávame po dosadení za M_k z(6,2) do rovnice (6,3) výraz

$$2,94 \leq 4,5 \quad (6,4)$$

Vidíme, že materiál 11 600 a $d=0,008$ m vyhovujú danej bezpečnosti. Priemer $d=0,008$ m je minimálnym prierezom hriadeľa.

6.1.2 VÝPOČET HMOTNOSTÍ

Ak chceme navrhnuť pružinu 6, (viď príloha 2), ktorá bude držať v zábere tyčku 8, musíme poznať hmoty, ktoré budú proti nej pôsobiť. Vypočítame si preto hmoty jednotlivých súčiastok, ktoré budú pôsobiť na pružinu. Ak budeme vychádzať zo vzorca pre výpočet hustoty

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (6,5)$$

po jeho úprave dostaneme tvar

$$\rho = \frac{4 \cdot m}{\pi \cdot d^2 \cdot l} \quad (6,6)$$

Výraz (6,6) upravíme na tvar ,vhodný pre vyjadrenie hmoty

$$m = \frac{\rho \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l}{4} \quad (6,7)$$

Po dosadení jednotlivých veličín do vzorca (6,7), ktorého výpočet nebudeme prevádzať, dostávame jednotlivé hmotnosti súčiastok pôsobiacich na pružinu

$$\text{Hmotnosť tyčky 8} \dots \dots \dots m_1 = 0,01578 \text{ kg} \quad (6,8)$$

$$\text{Hmotnosť kotvičky 17} \dots \dots \dots m_2 = 0,00439 \text{ kg} \quad (6,9)$$

$$\text{Hmotnosť tiahla 19} \dots \dots \dots m_3 = 0,00197 \text{ kg} \quad (6,10)$$

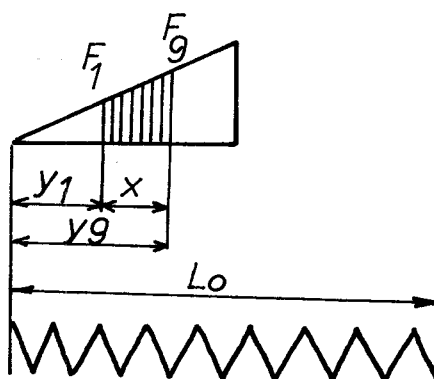
Dosađením jednotlivých hmotností do vzťahu pre výpočet celkovej hmotnosti dostávame

$$m_c = m_1 + m_2 + m_3 = 0,0221 \text{ kg} \quad (6,11)$$

Celkovú hmotnosť, pôsobiacu proti sile pružiny. Výpočet bol prevedený podľa /10/.

6.1.3 VÝPOČET PRUŽINY

Pre náš účel budeme uvažovať tlačnú pružinu z drôtu o priemere $\phi d = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$. Pružinu 6 (viď príloha 2), budeme navrhovať pre príklad, že hmota m_c (6,11), tlačí na pružinu. Podľa obrázku 6.1, predstavuje sila $F_1 = 0,21 \text{ N}$, ktorá je vyvolaná hmotnosťou m_c , predpätie v pružine. Hodnota $x = 0,004 \text{ m}$ predstavuje stlačenie pružiny a teda aj zdvih kotvičky. Pre materiál pružiny 12 090 má modul pružnosti šmyku hodnotu $G = 83 \cdot 10^9 \text{ MPa}$. Stredný priemer pružiny si zvolíme $D_s = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$. Sila na konci stlačenia pružiny je rovná hodnote $F_9 = 0,49 \text{ N}$. Potom je možné pre výsledné stlačenie pružiny napísať upravený vzťah /10/



Obr. 6.1 Pracovný diagram pružiny

$$y_9 = F_9 \cdot \frac{x}{F_9 - F_1} = 7,16 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad (6,12)$$

Dosadením (6,12) do vzťahu pre výpočet počtu závitov dostávame

$$n = \frac{y_9 \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot F_9 \cdot D_s^3} = 7,3 \text{ závit} \quad (6,13)$$

Porovnaním maximálnej sily v pružine s jej maximálnym stlačení dostaneme jej konštantu tuhosti

$$c = \frac{F_9}{y_9} = 68,5 \text{ Nm}^{-1} \quad (6,14)$$

Pre výpočet voľnej dĺžky pružiny platí vzťah /10/

$$L_0 = L_{DH} + 0,1 \cdot n + y_9 \quad (6,15)$$

kde $L_{DH} = 1,03 \cdot L_d$ a $L_d = z \cdot d$. Po dosadení veličín do vzťahu (6,15) dostávame pre voľnú dĺžku pružiny hodnotu

$$L_0 = 0,00933 \text{ m} \quad (6,16)$$

6.1.4 NÁVRH ELEKTROMAGNETU

Pri návrhu elektromagnetu musíme uvážiť, že na prevodníku majú byť umiestnené elektromagnety s roztečou 0,012 m. To znamená, že hrúbka elektromagnetu, vrátane vinutia nesmie prekročiť rozmer 0,012 m. Na základe tohoto údaju bude preto prevedený celý nasledujúci návrh elektromagnetu. Výpočet je prevedený podľa /12/. Sila, ktorá pôsobí proti elektromagnetu má veľkosť $F=0,5 \text{ N}$. Plocha kotvy so stranami $a=0,015 \text{ m}$, a $b=0,004 \text{ m}$, je $S=6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$. Zdvih kotvy je realizovaný po dráhe $\delta=0,004 \text{ m}$, ktorá zároveň predstavuje vzduchovú medzeru elektromagnetu, ($\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Hm}^{-1}$). S uvažovaním sily

F môžeme vypočítať veľkosť magnetickej indukcie v medzere, podľa vzťahu

$$B_v = \sqrt{\frac{F \cdot \mu_0}{S}} = \sqrt{\frac{0,5 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}}{6 \cdot 10^{-6}}} = 0,323 \text{ T} \quad (6,17)$$

Dosadením (6,17) do vzťahu (6,18) dostávame veľkosť magnetickeho toku, prechádzajúceho prierezom S, vo vzduchovej medzere

$$\phi_v = B_v \cdot S = 0,323 \cdot 6 \cdot 10^{-6} = 1,938 \cdot 10^{-6} \text{ Wb} \quad (6,18)$$

Magnetický tok v jadre bude o 20 % vyšší (musí pokryť aj rozptylový tok)

$$\phi = 1,2 \cdot \phi_v = 2,32 \cdot 10^{-6} \text{ Wb} \quad (6,19)$$

Celý tok vteká do kotvy, kde bude rovnaká magnetická indukcia

$$B_k = B_v = 0,323 \text{ T} \quad (6,20)$$

V jadre bude indukcia

$$B = \frac{\phi}{S} = \frac{2,32 \cdot 10^{-6}}{6 \cdot 10^{-6}} = 0,38 \text{ T} \quad (6,21)$$

Vo vzduchovej medzere je intenzita magnetického poľa

$$H_v = \frac{B_v}{\mu_0} = \frac{0,323}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 2,5 \cdot 10^5 \text{ A m}^{-1} \quad (6,22)$$

Ak budeme uvažovať iba jednu medzeru $l_v = 2 \cdot 0,008 \text{ m}$, bude potrebné magnetické napätie

$$H_v \cdot l_v = 2,5 \cdot 10^5 \cdot 8 \cdot 10^{-4} = 2000 \text{ A} \quad (6,23)$$

Odčítaním hodnoty z grafu /12/ strana 66, dostávame pre $B_k = 0,32 \text{ T}$, intenzitu v kotve $H_k = 1 \cdot 10^2 \text{ A m}^{-1}$, takže magnetické napätie má veľkosť

$$H_k \cdot l_k = 1 \cdot 10^2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 5 \text{ A} \quad (6,24)$$

Odčítaním hodnôt z grafu /12/ str.66, dostávame pre $B=0,38 \text{ T}$, hodnotu $H=1,2 \cdot 10^2 \text{ A m}^{-1}$. Potom veľkosť magnetického napätia v jadre je

$$H \cdot l = 1,2 \cdot 10^2 \cdot 0,282 = 33,84 \text{ A} \quad (6,25)$$

kde $l=l_c-l_k=0,34-0,05-0,008=0,282 \text{ m}$, je dĺžka strednej siločiar v jadre. Celkové magnetické napätie má veľkosť

$$F_m = \sum_{i=1}^n H_i \cdot l_i = 2\,000 + 5 + 21,84 = 2\,038,84 \text{ A} \quad (6,26)$$

Prúd v cievke pre $N=2\,530$ závitov má hodnotu

$$I = \frac{F_m}{N} = 0,8 \text{ A} \quad (6,27)$$

Potrebný prierez vodiča, ak $J=2,5 \text{ A/mm}^2$ je

$$S_D = \frac{I}{J} = \frac{0,8}{2,5} = 0,32 \text{ mm}^2 = 3,2 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2 \quad (6,28)$$

Z toho vyplýva, že vodič má priemer

$$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{S_D}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{0,32}{\pi}} = 0,6 \text{ mm} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ m} \quad (6,29)$$

Plocha prierezu cievky pre $N=2\,530$ závitov má veľkosť

$$S_c = S_D \cdot N = 0,32 \cdot 2\,530 = 809,6 \text{ mm}^2 \approx 8,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad (6,30)$$

Ak navrhujeme elektromagnet s dvoma cievkami, prierez bude polovičný

$$S_{c1} = \frac{S_c}{2} = 4,05 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad (6,31)$$

Ak budeme uvažovať jednu stranu prierezu cievky $x=0,1$ m, druhá bude mať veľkosť

$$y = 4,05 \text{ mm} \pm 0,004 \text{ m} \quad (6,32)$$

Hrúbka elektromagnetu je potom

$$h = b + 2 \cdot y = 0,004 + 2 \cdot 0,004 = 0,012 \text{ m} \quad (6,33)$$

čo znamená, že návrh elektromagnetu splňuje požiadavku na hrúbku, uvedenú na začiatku výpočtu.

Hodnotu času prítahu elektromagnetu obdržíme po dosadení do vzťahu (3,34)

$$t_z = 4 \cdot 10^{-4} \frac{0,00439 \cdot 0,004}{2 \cdot 772 \cdot 10^{-5}} \cdot \left(\frac{0,0001}{0,004} \cdot \frac{0,004}{0,0001} - 1 + \arctg \frac{0,004}{0,0001} - 1 \right) =$$

$$= 0,034 \text{ s} \quad (6,34)$$

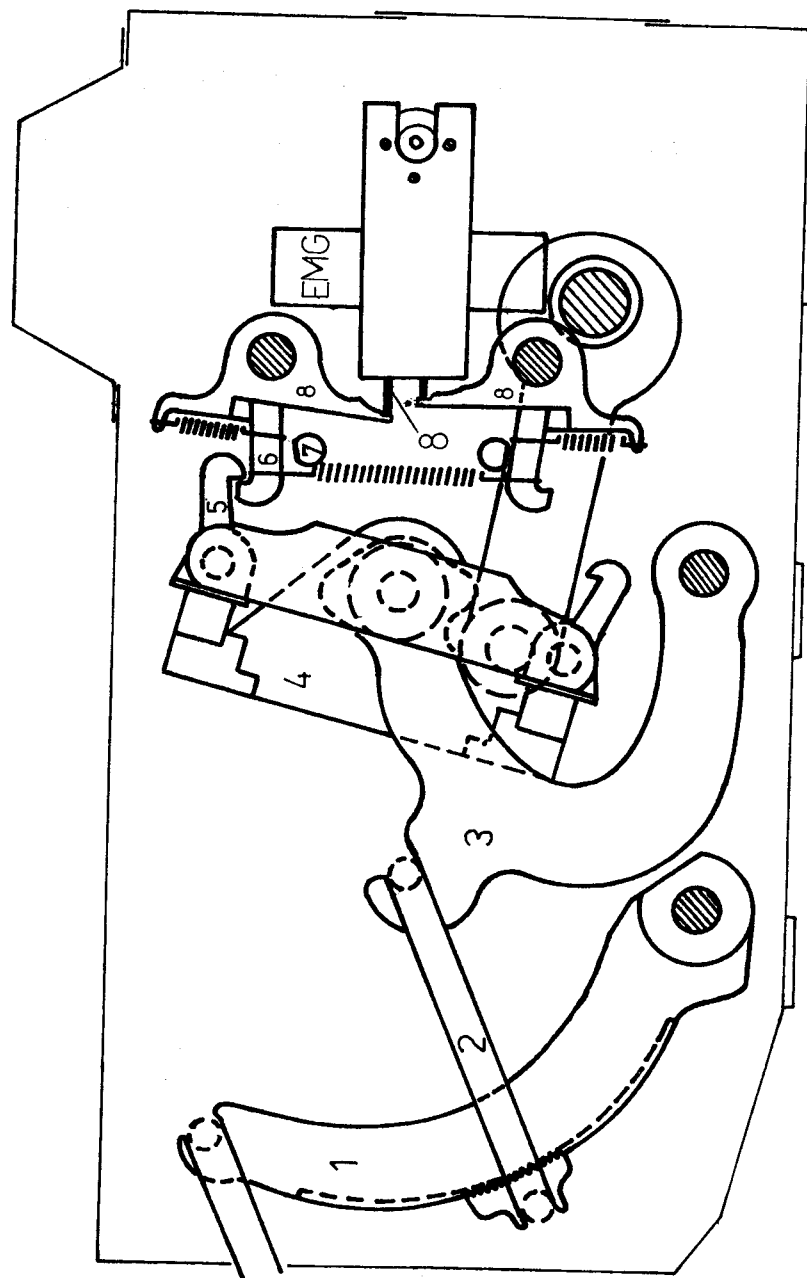
6.2 MONTÁŽ NAVRHOVANÉHO PREVODNÍKA

Nakoľko má prevodník nerozoberateľnú skriňu, jeho montáž a nastavenie sa sústreďuje iba na pohybové ústrojenstvo.

Na hriadeľ 15 (viď príloha 2), nasunieme jednu bočnicu 3, do kruhových otvorov bočnice zasunieme obidve nosné tyče 21, ktoré zaistíme v bočnici 3, kolíkmi 5. Potom na jednu tyč nasunieme rozperku 11, a na druhú, rozperku 13. Po nasadení týchto rozperiek, nasadzujeme striedavo na obidve tyče 21, oko 16, za ním rozperku 12, atď., až celú tyč zaplníme. Nakoniec nasadíme na tyč, kde sme začali rozperkou 11, rozperku 13, a na druhú tyč, kde sme začali rozperkou 13, dáme rozperku 11. Po ukončení tejto operácie na hria-

deľ nasunieme druhú bočnicu 3, tak, aby nosné tyče 21, zapadli do kruhových otvorov v bočnici 3. Po dosadnutí bočnice, zaistíme nosné tyče v bočnici kolíkmi 5. Potom nasadíme na obidva konce hriadeľa 15, ložiská 2, ktoré sme predtým nasadili do púzdiar 10. Takto zložený mechanizmus vložíme do skrine 9, tak, aby jednotlivé oká boli oproti otvorom v čelnej stene. Nakoniec púzdra v bočných stenách zaistíme šiestimi skrutkami 1. Teraz si pripravíme tyčky 8, na ktoré naskrutkujeme poistné matice 18. Zároveň si pripravíme tiahla 19, na ktoré navlečíme najprv podložku 7, a potom pružinu 6. Takto pripravené tiahla postupne vkladáme do otvorov vo vrchnej a spodnej steny skrine. Po vložení každého tiahla prevlečíme cez očko na jeho konci voľný koniec tyčky 8, s poistnou maticou 18, a túto prevlečíme zároveň aj cez príslušný otvor v čelnej stene skrine 9. Potom zaskrutkujeme závitovú časť tyčky 8, do príslušného oka 16.

Po tejto operácii vymedzíme príslušné predpätie v pružinkách 6, tým, že príslušným tiahlom 19, tlačíme tyčku 8, na doraz. Medzitým pružinku 6, pritláčame podložkou 7, ku stene skrine tak, aby v pružinke vzniklo potrebné predpätie. Podložku 7, v takejto polohe prispájkujeme ku tiahlu 19. Po ukončení tejto práce na všetkých tiahlach ešte prispájkujeme na voľný koniec tiahla, na vonkajšej strane steny, kotvičku 17, tak, aby dosadala na stenu skrine, tvoriacu doraz kotvičky. Polohy kotvičiek musia súhlasiť s otvormi v doske 14. Na takto skompletovaný prevodník uložíme na koniec dosky 14. Kotvičky sa musia v otvoroch voľne pohybovať. Potom poukladáme na dosku elektromagnety, na ktoré priložíme dosku zo silonu a túto upevníme k prevodníku.



Obr. 6.2 Umiestnenie prevodníka na listovom stroji RL 600

Touto operáciou je kompletácia prevodníku ukončená. Nakoniec nastavíme tyčky 8, tak, aby ich konce boli v jednej rovine. Tyčky, nastavené v danej polohe, zaistíme poistnými maticami 18. Na vyčnievajúci koniec hriadeľa 15, zo skrine 9, sa upevní pohonná jednotka, tvorená vačkou. Jej pohon bude obstarávať elektromotor.

Pohon prevodníka nie je predmetom tejto diplomovej práce. Podrobnejšie je tento pohon popísaný v literatúre /9/.

6.3 ČINNOSŤ NAVRHOVANÉHO PREVODNÍKA

Elektromechanický prevodník, ako už sám názov hovorí, je rozdelený na časť elektrickú (riadiacu), a časť mechanickú (riadenú). Pohon prevodníka vyvodzuje na hriadeľi 15, (viď príloha 2) vratný kyvný pohyb. Tento pohyb je prenášaný na tyčky 8, ktoré však už konajú pohyb posuvný. Pretože sú od osi hriadeľa 15, uložené symetricky v dvoch rovinách, raz sa vysúva horná rada tyčiek a zasúva spodná rada tyčiek a opačne. Zdvih tyčky 8, je rovnaký ako zdvih kolíčka na kartovom mechanizme listového stroja RL 600.

Ak chceme realizovať zdvih ramena 8, (viď obr.6.2) zámku listového stroja, elektromagnet nedostáva impulz a pružinka 6, tlačí tyčku 8, pomocou tiahla 19, do polohy, v ktorej tyčka 8, naráža na rameno 8, zámku listového stroja a vychýľuje ju. Tým sa realizuje uzamknutie háčika 5, listového stroja.

Ak nechceme, aby došlo k uzamknutiu háčika 5, musíme dať impulz elektromagnetu EMG, ktorý pritiahne kotvičku 17, (viď príloha 2). Kotvička prenáša svoj pohyb pomocou tiahla 19, ktoré je s kotvičkou 17, pevne spojené, na tyčku 8.

Tyčka 8, je vedená v očku, vytvorenom na konci tiahla 19. Ak teda elektromagnet EMG, pritiahne kotvičku 17, vychýľuje zároveň tyčku 8, z jej pôvodnej polohy. Tyčka 8, v novej polohe nenaráža na páčku 8, zámku listového stroja, a teda ne-realizuje jej vychýlenie, ale sa pohybuje mimo ramena 8. Ako je naznačené na obr. 6.2, rameno 8, je skrátené a jeho koniec je upravený. Je to dôležité z hľadiska vychýľovania tyčky 8, mimo „záber“.

Umiestnenie navrhovaného elektromechanického prevodníka je približne naznačené na obr. 6.2. Z tohoto obrázku je zrejmé, že tento prevodník je navrhnutý ako náhrada kartového kolíčkového mechanizmu listového stroja RL 600. Ostatné mechanizmy listového stroja zostávajú nezmenené. Upravujú sa iba ramená zámkov, na ktoré pôsobí elektromechanický prevodník.

7. ZÁVER

V prvej časti diplomovej práce, po uvedení čitateľa do problematiky, je teoretický výklad práce elektromagnetu. Je tu podrobnejšie popísaný pracovný cyklus elektromagnetu, s ohľadom na niektoré dôležité veličiny, ako sú napríklad prúd prechádzajúci elektromagnetom, dráha kotvy a príťažná sila elektromagnetu. Matematická časť sa zaoberá základnými rovnicami elektromagnetu neutrálneho, z ktorých odvodzuje vzťah pre výpočet sily a jeden z viacerých spôsobov výpočtu času príťahu elektromagnetu. V závere prvej časti sú uvedené dve rôzne možnosti merania času príťahu elektromagnetu a meranie príťažnej sily elektromagnetu.

V druhej časti je uvedený popis činnosti listového stroja RL 600, alternatívne riešenia elektromechanického prevodníka a tiež navrhnutý elektromechanický prevodník.

Navrhnutý elektromechanický prevodník rieši problém prenosu informácií z mikropočítača na listový stroj RL 600, ovládajúci pohyb listov tkacieho stavu, transformovaním elektrických impulzov na mechanicky zosilnený zdvih tyčiek. V tomto štádiu riešenia bol elektromechanický prevodník navrhnutý ako model. Rozteče jednotlivých tyčiek ako aj hlavné rozmery modelu sú však prispôsobené, podľa výkresovej dokumentácie, rozmerov listového stroja RL 600. Navrhnutý prevodník má nahradiť kartový mechanizmus listového stroja.

Navrhnutý prevodník predstavuje v spojení s mikropočítačom nové možnosti riadenia tkacieho stavu. V súčasnosti je listový stroj schopný pracovať s kolíčkovým raportom 150, čo predstavuje 300 prehodov útku na tkacom stroji /11/. Zložitejšie vzory s väčším raportom už nie je schopný lis-

tový stroj spracovať. Navyše riadenie pomocou papierovej, alebo fóliovej karty je možné iba do určitej rýchlosti. Pri vyšších rýchlostiach už čítacie zariadenie nie je schopné „čítať“ záznam z karty.

Tieto nevýhody by mal odstrániť mikropočítač v spojení s navrhnutým elektromechanickým prevodníkom. Výhodou takto riadeného listového stroja je mnohonásobne vyššia kapacita a variabilnosť vzoru. Ďalšia výhoda sa prejaví pri častej zmene vzoru, kde pri súčasnom stave narastajú prestoje a tým sa znižuje produkcia tkacieho stavu. Výmena vzoru pri navrhnutom riešení sa dá uskutočniť priamo v riadiacej jednotke a tým sa prestoje prakticky odstránia, pretože táto výmena je okamžitá, čím sa dá do určitej miery zvýšiť produkcia stavu.

Navrhnutý elektromechanický prevodník počas svojej činnosti pôsobí rázovo na ramená listového stroja RL 600, čo je určitou nevýhodou tohoto riešenia.

Ďalším vývojom by sa mohla odstrániť táto nevýhoda napríklad tým, že posuvný pohyb, ktorý konajú ovládacie tyčky navrhnutého elektromechanického prevodníka, by sa nahradil pohybom rotačným. U prevodníka s takýmto pohybom „ovládacích tyčiek“ by vznikol problém s umiestnením elektromagnetov.

8. POUŽITÉ ZKRATKY A SYMBOLY

F_c	- celková sila pôsobiaca na hriadeľ
F	- osová sila v tyčkách
M_k	- moment pôsobiaci na hriadeľ
W_k	- prierezový modul krutu hriadeľa
m_1	- hmotnosť tyčky
m_2	- hmotnosť kotvičky
m_3	- hmotnosť tiahla
y_1	- predpätie pružiny
y_9	- maximálne stlačenie pružiny
F_9	- maximálna sila v pružine
c	- konštanta pružiny (jej tuhosti)
L_0	- voľná dĺžka pružiny
G	- modul pružnosti v šmyku
B_v	- magnetická indukcia v medzere
Φ_v	- magnetický tok v medzere
Φ	- magnetický tok v jadre
B	- magnetická indukcia v jadre
H_v	- intenzita magnetického poľa vo vzduchovej medzere
H_k	- intenzita magnetického poľa v kotve
l_v	- dĺžka medzery elektromagnetu
l_k	- dĺžka kotvy elektromagnetu
F_m	- celkové magnetické napätie
I	- prúd v cievke
S_D	- prierez vodiča
J	- prúdové zaťaženie
d	- priemer vodiča
N	- počet závitov
h	- hrúbka elektromagnetu

9. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- /1/ TALAVÁŠEK, O., SVATÝ, V.: Bezčlunkové stavy. SNTL Praha 1975.
- /2/ VLK, P.: Elektrické řízení listového stroje. Diplomová práce, VŠST Liberec, SF 1979.
- /3/ SEDLICKÝ, V.: Studium možností použití mikroprocesorů pro řízení textilních strojů. VŠST Liberec, KEL 1979.
- /4/ JURA, S.: Silové elektromechanické prvky. Dílčí studijní zpráva, VÚMS Praha 1969.
- /5/ ROSE, L.: Getastete Erregung von Elektromagneten. Radio-Fernsehen-Elektronik 26, č.11, str.383, 1977.
- /6/ DEUTSCHMAN, G.: Getastete Erregung von Elektromagneten. Radio-Fernsehen-Elektronik 25, č.11, str.142, 1976.
- /7/ SEDLICKÝ, V., WERNER, K., VLK, P.: Studium možností použití mikroprocesorů pro řízení textilních strojů. Závěrečná výzkumná zpráva úkolu, VŠST-FT-016. VŠST Liberec, 1980.
- /8/ Prospekty firmy STÄUBLI a SULZER.
- /9/ ZUBKO, J.: Elektromagnetický prevodník na ovládanie listového stroja. Diplomová práce, VŠST Liberec, SF 1981.
- /10/ VRZAL, B.: Strojnické tabulky. SNTL Praha 1970.
- /11/ Informácie od Ing.F. Hadinca, KVÚ Elitex, Liberec 1981.
- /12/ NOSEK, J.: Příklady z elektrotechniky pro textilní obory. Skriptá, VŠST Liberec, 1975.

10. ZOZNAM PRÍLOH

Č.príl.	Názov	Formát
1.	Listový stroj RL 600	A1
2.	Elektromechanický prevodník	A1

10.1 ZOZNAM SAMOSTATNÝCH PRÍLOH

1.	Skriňa	A1
2.	Prítlačná doska	A3
3.	Hriadeľ	A3
4.	Nosná tyč	A3
5.	Doska	A3
6.	Vodítko	A3
7.	Rozperka - 11	A4
8.	Rozperka - 12	A4
9.	Rozperka - 13	A4
10.	Pružina	A4
11.	Náboj	A4
12.	Kotva	A4
13.	Púzdro	A4
14.	Oko	A4
15.	Tiahlo	A4
16.	Tyč	A4
17.	Bočnica	A4
18.	Podložka	A4
19.	Rozpiska	A4

P R E H L Á S E N I E

Súhlasím, aby moja diplomová práca bola podľa smernice uverejnenej v „Pokynoch a informáciach č. 1/1975“, s ktorou som bol zoznámený, zapožičaná alebo odpredaná za účelom využitia jej obsahu. Som si vedomý, že práca je majetkom školy, a že s ňou nemôžem sám disponovať.

Súhlasím, aby po piatich rokoch bola diplomová práca vrátená na uvedenú adresu, alebo v prípade nedoručiteľnosti skartovaná.

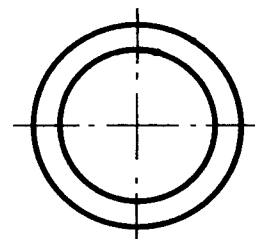
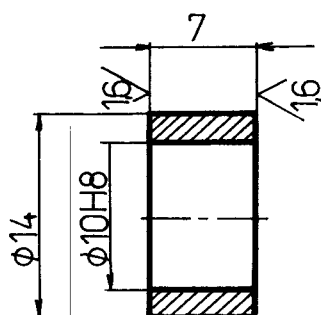
Marián Šonák
podpis

Meno a prímenie : Marián Š O Ň A K

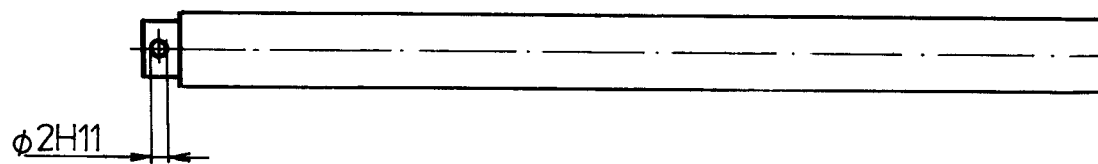
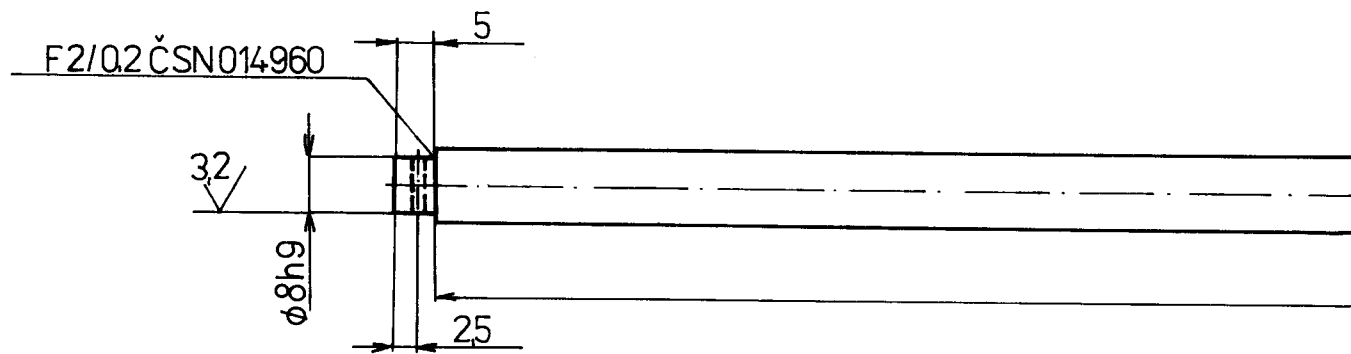
Adresa trvalého bydliska : 951 74 Ž I R A N Y, č.p. 389,
okr. N i t r a

P O Ď A K O V A N I E

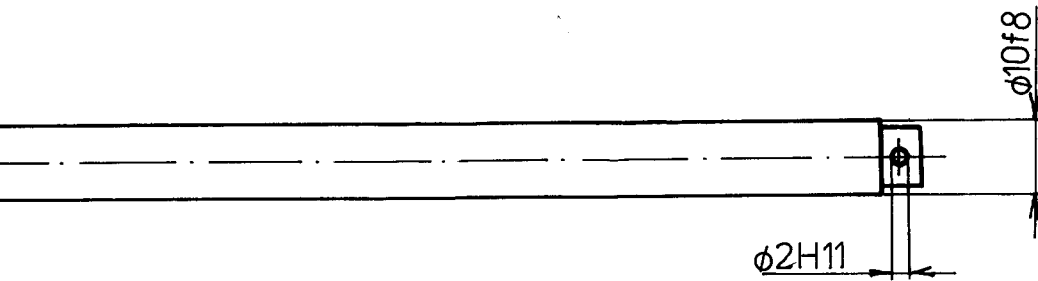
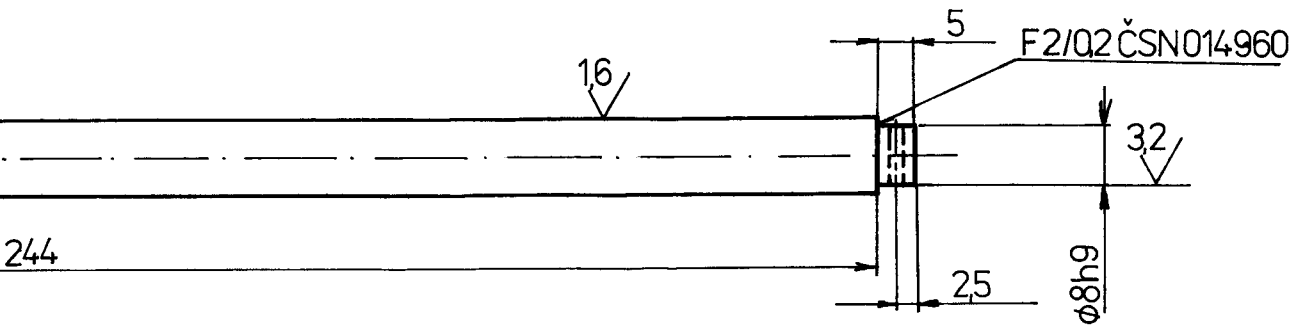
Záverom by som chcel poďakovať Ing. Václavovi SEDLICKÉMU, odbornému asistentovi KEL VŠST Liberec, za pomoc, ktorú mi venoval pri návrhu elektrickej časti prevodníka. Súčasne by som chcel poďakovať Ing. HADINCOVI, pracovníkovi KVÚ Elitex, za vecné pripomienky k mojej práci a tiež Ing. DRDOVI, pracovníkovi KVÚ Elitex, za preukázanú pomoc a umožnenie prevedenia merania základných parametrov elektromagnetov.



2	TYČ 15-8	ČSN 42 6510	11500					81-A1-DP-21	11
Počet kusů	Název - Rozměr	Podstavec	Mat. konečný	Mat. výchozí	Měřítko	Č. váha	Hr. váha	Číslo výkresu	Pos.
Poznámka				Celková č. váha kg					
Měřítko	Kreslil	Šonak	Čís. sním.	Změna			Datum	Podpis	Kontrola
2:1	Průzkoušel		Č. transp.						
	Norm. ref.								
	Výr. projednal	Schválil							
Typ		Skupina	Starý výkres		Nový výkres				
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ LIBEREC		Název		81-A1-DP-21-11					
		ROZPERKA		Počet listů					
				List					

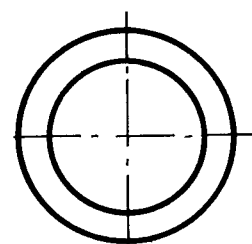
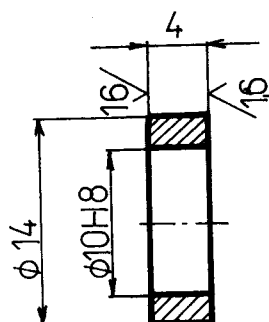


~ (16/32)



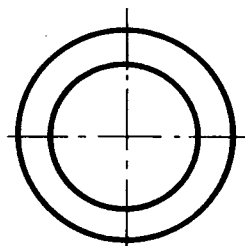
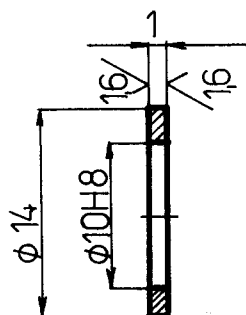
TYČ Ø 11-260		ČSN 426510	11 500					81-A1-DP-21	18		
Počet kusů	Název - Rozměr	Polotovar	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída Odp.	Č. váha	Hr. váha	Číslo výkresu	Pos.		
Poznámka				Celková č. váha kg							
Měřítko 1:1	Kreslil Sónak	Šónak	Čís. sním.	Změna			Datum	Podpis	Index změny	x	
	Prozkoušel		Č. transp.								x
	Norm. ref.										x
	Výr. projednal	Schválil									x
	Dne								x		
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ LIBEREC		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres					
Název		NOSNÁ TYČ		81-A1-DP-21-18							
				Počet listů				list			

32/(16/)



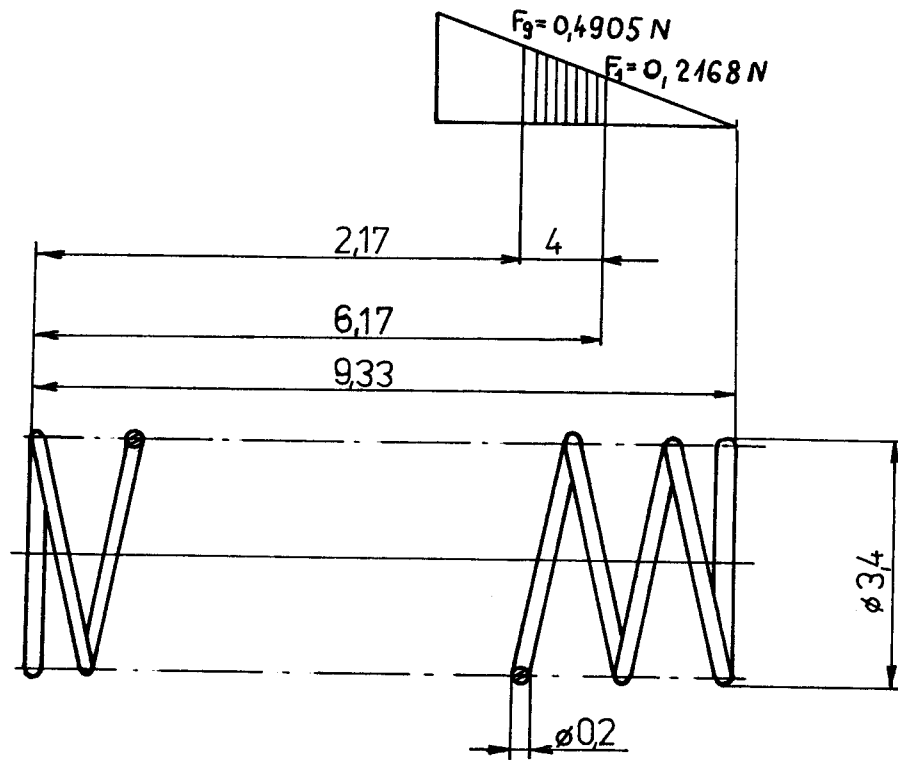
28	TYČ 15 - 5	ČSN 426510	11 500					81-A1-DP-21	12	
Počet kusů	Název - Rozměr	Polotovár	Mat. konečný	Mat. výchozí	Tržda Odp.	Č. váha	Hr. váha	Číslo výkresu	Pos.	
Formát				Celková č. váha kg						
2:1	Měřítka	Sónak	Šířka	Čís. sním.	Změna	Datum	Podpis	Index změny	x	
	Funkční									x
	Norm. ref.									x
	Výr. projekt	Schválil	Č. transp.							x
		Dne							x	
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ LIBEREC		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres				
		Název	ROZPERKA	81-A1-DP-21-12						
				Počet listů						
				List						

3,2/(1,6)



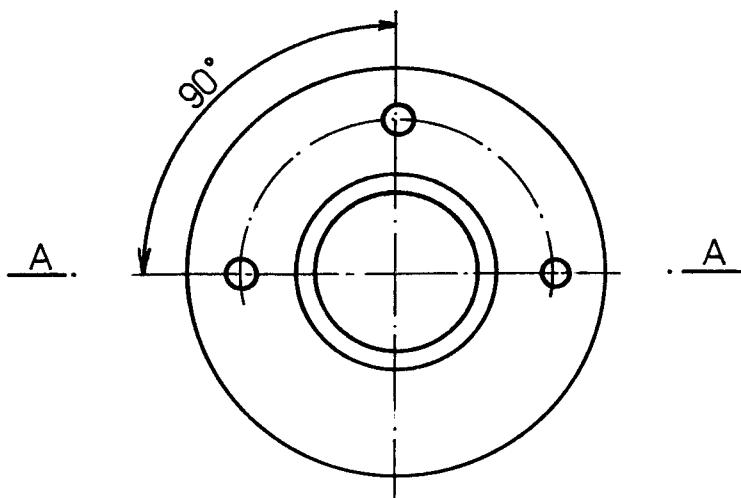
2	TYČ 15-3	ČSN426510	11 500					81-A1-DP-21	13
Počet kusů	Název - Rozměr	Polotovár	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída Odp.	Č. váha	Hr.váha	Číslo výkresu	Pos.
Poznámka				Celková č. váha kg					
Měřítko	Kreslil Sónak	Průmař	Čís. sním.	Změna			Datum		
2:1	Přezkoušel		Č. transp.						
	Norm. ref.								
	Výr. provedl	Schválil							
		Dne		Podpis			Index změny		
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ LIBEREC		Typ	Skupina	Starý výkres			Nový výkres		
Název		ROZPERKA			81-A1-DP-21-13				
		Počet listů			List				

Počet činných závitov	7,3
Celkový počet závitov	8,3
Zmysel vinutia	PRAVÝ
Priemer vodiaceho čapu pracovnej dutiny	3
Priemer kontrolného trňa kontrolného púzdra	
Rozvinutá dĺžka pružiny	83,44

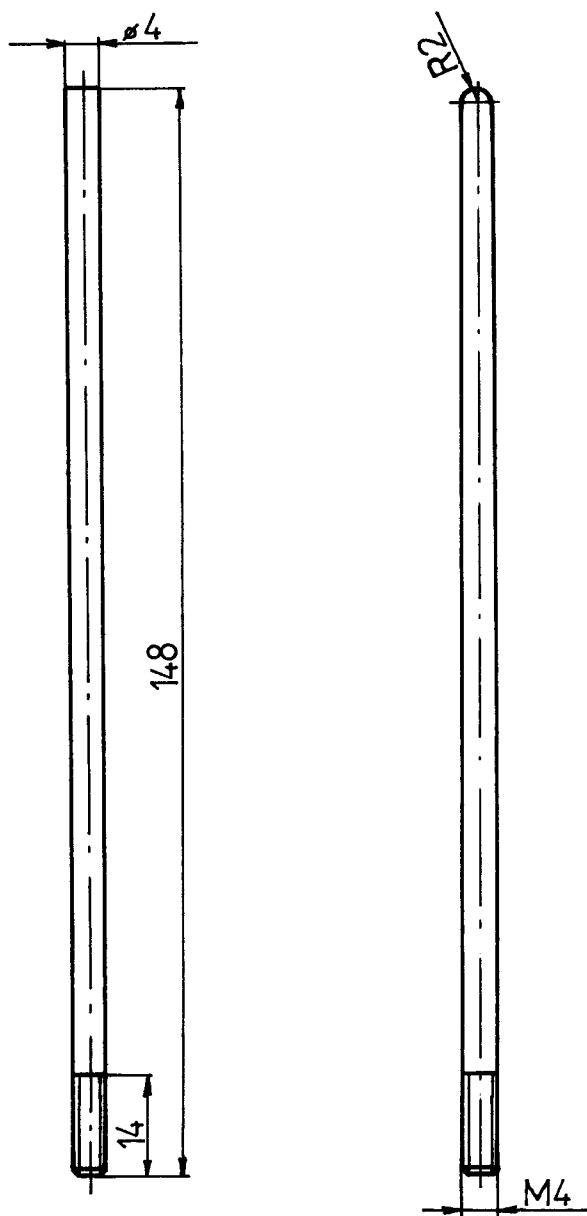


40	DRÔT $\phi 0,2$	ČSN42 6450	12 090					81-A1-DP-21	6
Podpis kusu	Název - Rozměr	Polotovár	Mat. konečný	Mat. výchozí	Tržba Odp.	Č. váha	Hr.váha	Číslo výkresu	Pos.
Poznámka				Celková č. váha kg					
Mětko 10:1	Kreslil	Sónak	Sónak	Čís. sním.	Změna	Datum	Podpis	Index změny	x
	Prezkoušel								x
	Norm. ref.								x
	Výr. projednal	Schválil	Č. transp.						x
		Dne							x
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ LIBEREC		Typ Název	Skupina	Starý výkres		Nový výkres			
		PRUŽINA		81-A1-DP-21-06					
				Počet listů		List			

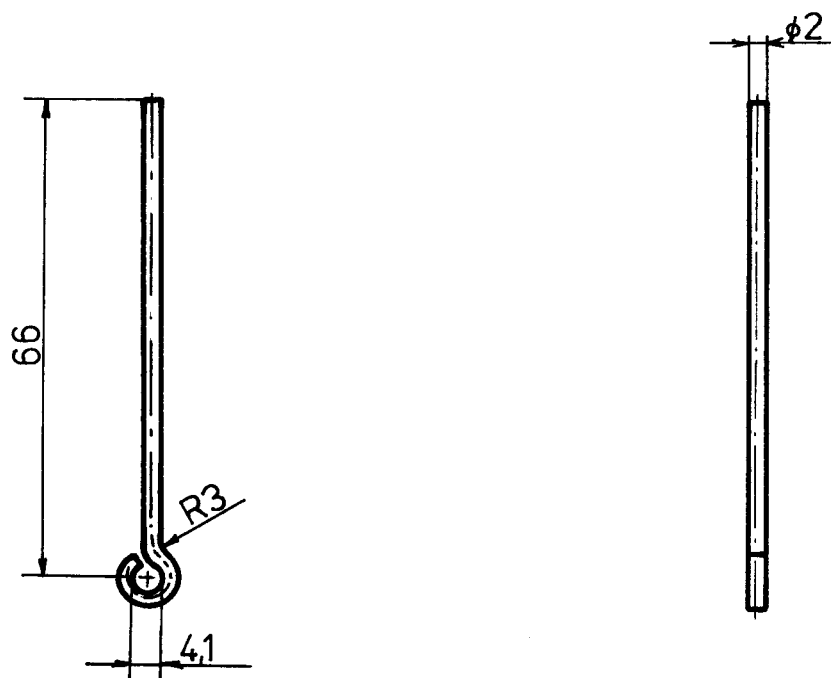
REZ A-A



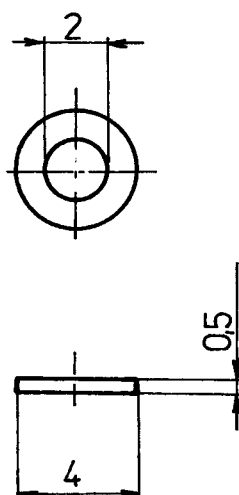
2	TYČ Ø5,6-16	ČSN426510	11500					81-A1-DP-21	10
Počet kusů	Název - Rozměr	Polotovary	Mat. konečný	Mat. výchozí	Město Odp.	Č. v.dha	Hr.v.dha	Číslo výkresu	Pos.
Poznámka				Celková č. v.dha kg					
Měřítko 1:1	Kreslil	Sónak	Sónak	Čís. sním.	Změna	Datum	Podpis	Index změny	x
	Prozkoušel								x
	Norm. ref.			x					
	Výr. projednal	Schválil	Č. transp.	x					
		Dne		x					
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ LIBEREC		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres			
Název		PÚZDRO		81-A1-DP-21-10					
				Počet listů		list			



40	TYČ $\phi 42 \times 150$	ČSN 42 6510	11 500					81-A1-DP-21	8
Počet kusů	Název - Rozměr	Polotovary	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída Odp.	Č. váha	Hr. váha	Číslo výkresu	Pos.
Poznámka				Celková č. váha kg					
Měřítko	Kreslil Sónak	Sónak	Čís. sním.	Změna			Datum	Podpis	Index změny
1:1	Přezkoušel		Č. transp.						
	Norm. ref.								
	Výr. projednal	Schválil							
		Dne							
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ LIBEREC		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres			
		Název		81-A1-DP-21-08					
		TYČ		Počet listů					
				List					

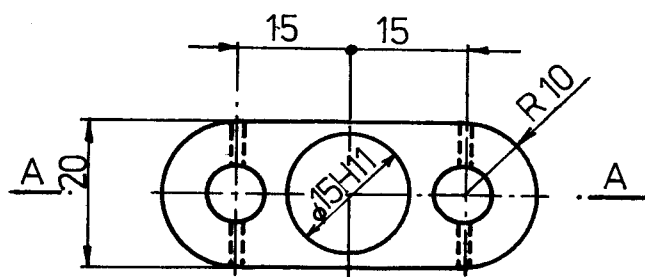
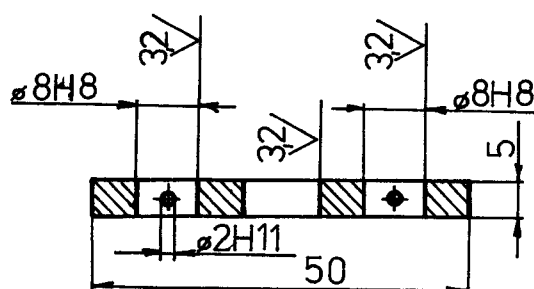


40	DRÔT Ø 2	ČSN42 6403	10 340					81-A1-DP-21	19
Kusů kusů	Název - Rozměr	Polotovár	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída Odp.	Č. váha	Hr. váha	Číslo výkresu	Pos.
Poznámka				Celková č. váha kg					
Měřítko 1:1	Kreslil Sónak	Šířka	Čís. sním.	Změna	Datum	Podpis	Index změny		
	Prozkoušel								
	Norm. ref.								
	Výr. projednal	Schválil	Č. transp.						
		Dne							
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ LIBEREC		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres			
		Název							
		TIAHLO		81-A1-DP-21-19					
				Počet listů					
				List					



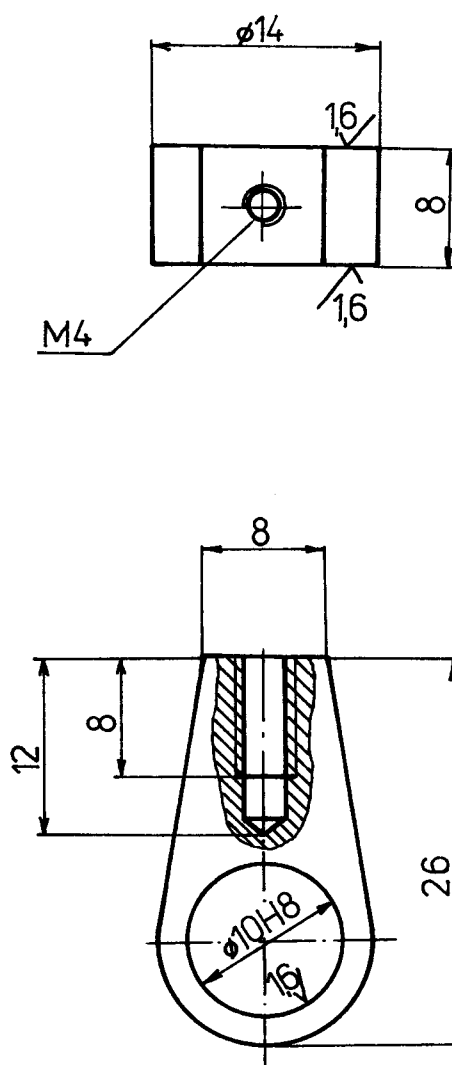
PLECH 05		ČSN425301	11373.1					81-A1-DP-21	7
Počet kusů	Název - Rozměr	Podotovar	Mat. konečný	Mat. výchozí	Titulek	Č. v.dha	Hr.v.dha	Číslo výkresu	Pos.
Poznámka				Celková č. v.dha kg					
Měřítko 4:1	Kreslil	Sónak	Čís. sním.	Změna			Datum	Podpis	Index změny
	Prozkoušel								
	Norm. ref.								
	Výr. projednal	Schválil	Č. transp.						
		Dne							
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ LIBEREC		Typ	Skupina	Starý výkres			Nový výkres		
		Název							
		PODLOŽKA		81-A1-DP-21-7					
				Počet listů					
				List					

REZ A-A

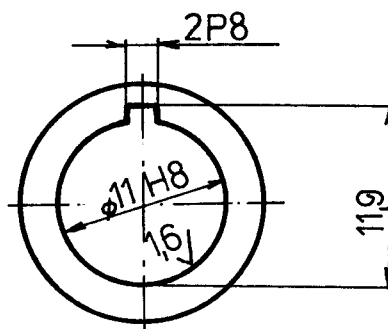
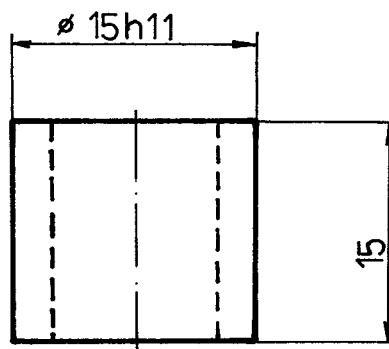


2	PLECH5	ČSN425310	11425					81-A1-DP-21	3			
Počet kusů	Název - Rozměr	Polotovár	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída Odp.	Č. váha	Hr.váha	Číslo výkresu	Pos.			
Poznámka				Celková č. váha kg								
Měřítko 1:1	Kreslil	Sónak	Sónak	Čís. sním.	Změna			Datum	Podpis	Index změny	x	
	Prozkoušel											x
	Norm. ref.											x
	Výr. projednal	Schválil	Č. transp.									x
		Dne								x		
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ LIBEREC		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres						
		Název		81-A1-DP-21-03								
		BOČNICA		Počet listů		List						

32/(1,6)

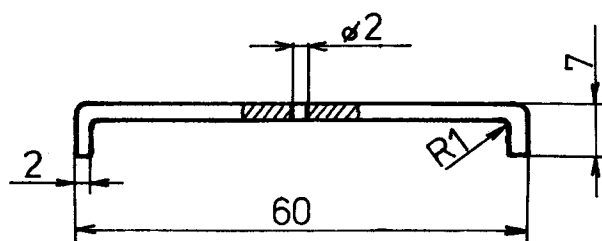
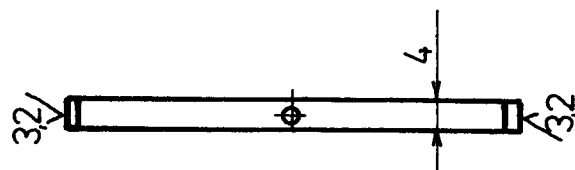


40	SILON							81 A1 DP 21	16		
Počet kusů	Název - Rozměr	Polotovary	Mat. konečný	Mat. výchozí	Thída Odp.	Č. vřha	Hr.vřha	Číslo výkresu	Pos.		
Poznámka				Celková č. váha kg							
Měřítko 2:1	Kreslil	Sónak	Čís. sním.	Změna			Datum	Podpis	Index změny	x	
	Prozkoušel										x
	Norm. ref.										x
	Výr. projednal	Schválil	Č. transp.								x
		Dne							x		
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ LIBEREC		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres					
		Název									
		OKO			81-A1-DP-21-16						
			Počet kusů						List		



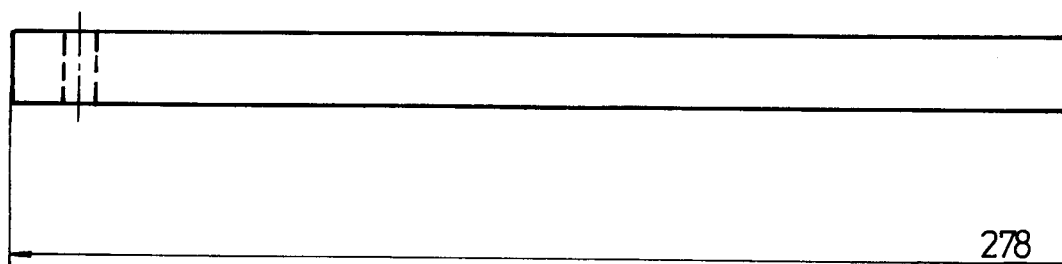
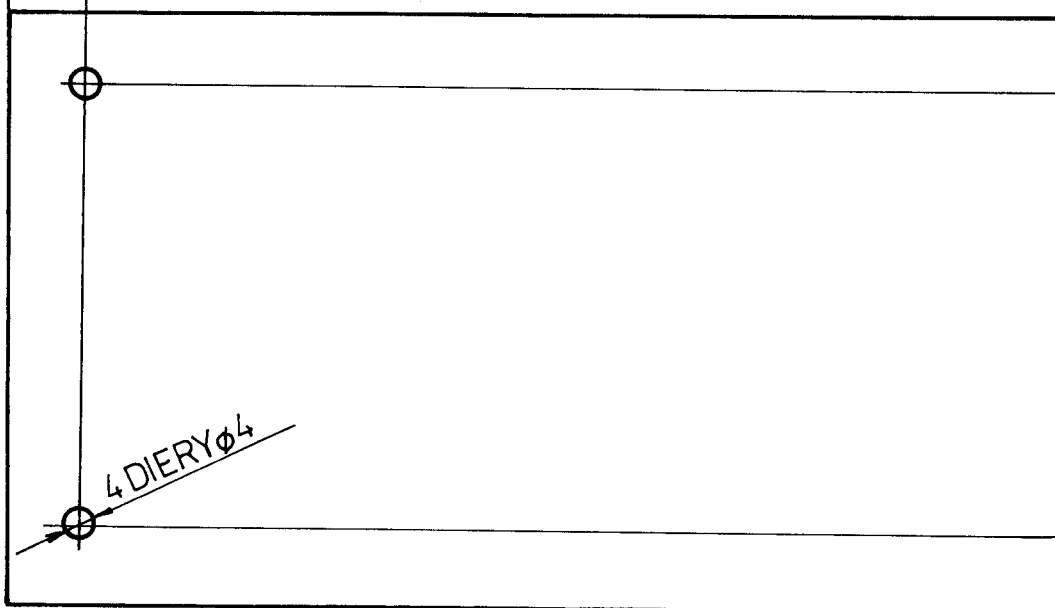
2	TYČ 16	ČSN426510	11500					81 A1 DP 21	4
Počet kusů	Název - Rozměr	Polotovar	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída Odp.	Č. váha	Hr.váha	Číslo výkresu	Pos.
Poznámka				Celková č. váha kg					
Měřítko	Kreslil Sónak	Číslo	Čís. sním.	Změna			Datum	Podpis	Index změny
2:1	Prozkoušel								
	Norm. ref.								
	Výr. projednal	Schválil	Č. transp.						
		Dne							
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ LIBEREC		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres			
		Název	NÁBOJ		81-A1-DP-21-4				
				Počet listů				List	

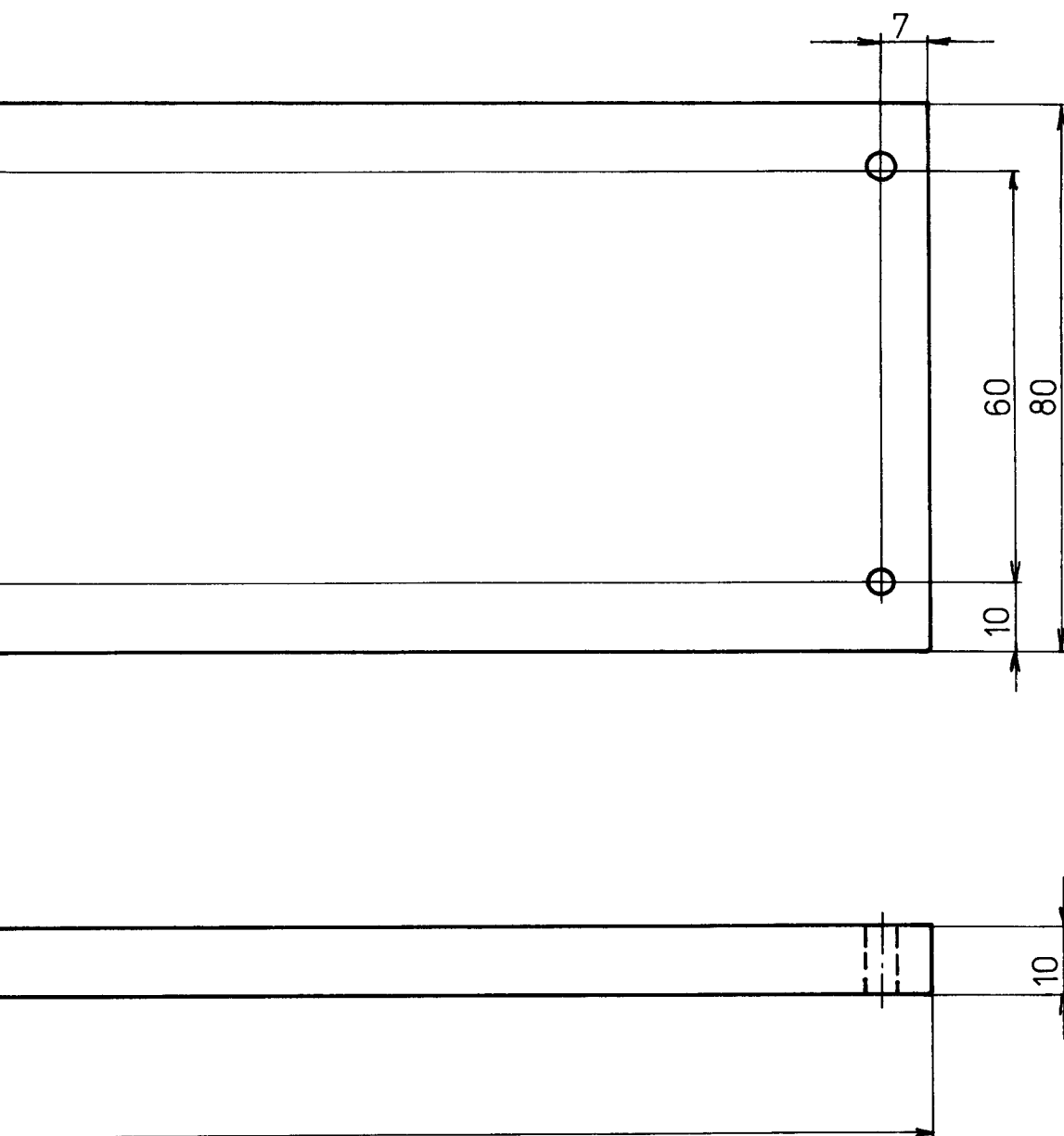
~ (32/)



40	PLECH 2	ČSN425302	11428					81-A1-DP-21	17
<i>Podíl kusů</i>	<i>Název - Rozměr</i>	<i>Polotovár</i>	<i>Mat. konečný</i>	<i>Mat. výchozí</i>	<i>Třída Odp.</i>	<i>Č. váha</i>	<i>Hr.váha</i>	<i>Číslo výkresu</i>	<i>Pos.</i>
<i>Poznámku</i>				<i>Celková č. váha kg</i>					
Měřítko 1:1	<i>Kreslil</i> Šonak	<i>Šonak</i>	<i>Čís. sním.</i>	<i>Změna</i>	<i>Datum</i>	<i>Podpis</i>	<i>Index změny</i>		
	<i>Přezkoušel</i>		<i>Č.transp.</i>						
	<i>Norm. ref.</i>								
	<i>Výr. projednal</i>	<i>Schválil</i>							
		<i>Dne</i>							
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ LIBEREC		<i>Typ</i> Název	<i>Skupina</i>	<i>Starý výkres</i>		<i>Nový výkres</i>			
		KOTVA		81-A1-DP-21-17					
				<i>Počet listů</i>		<i>List</i>			

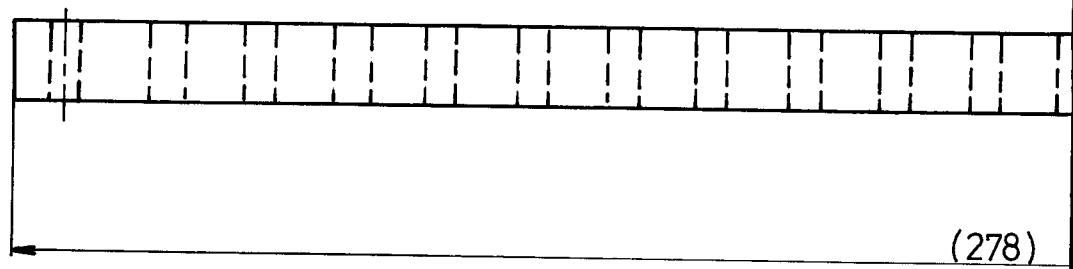
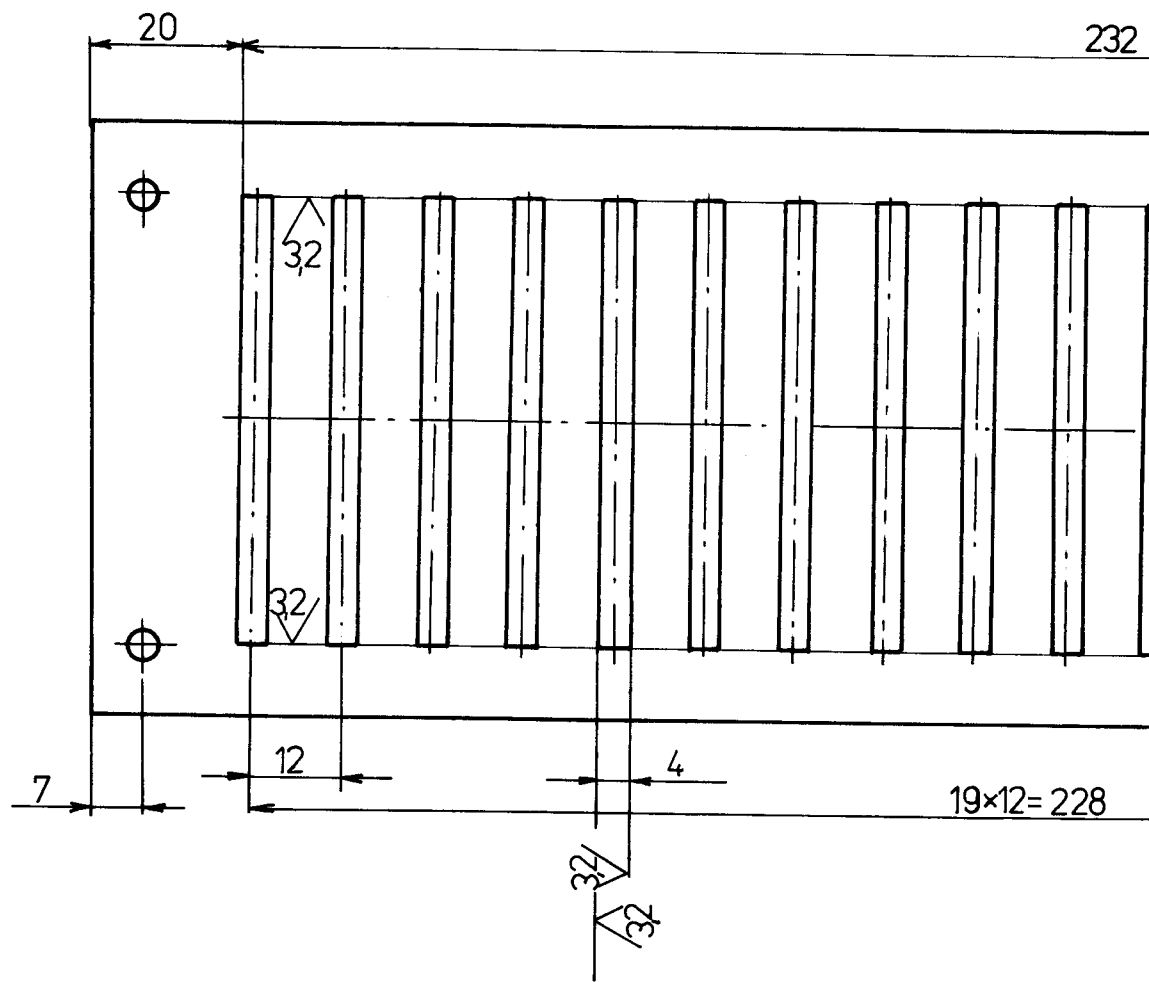
10



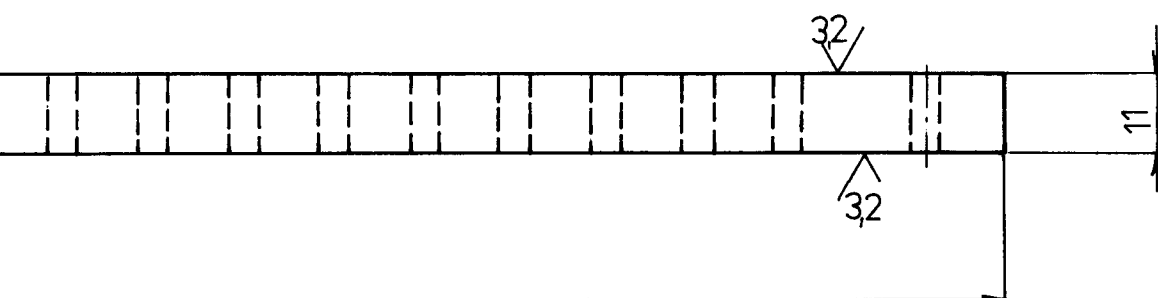
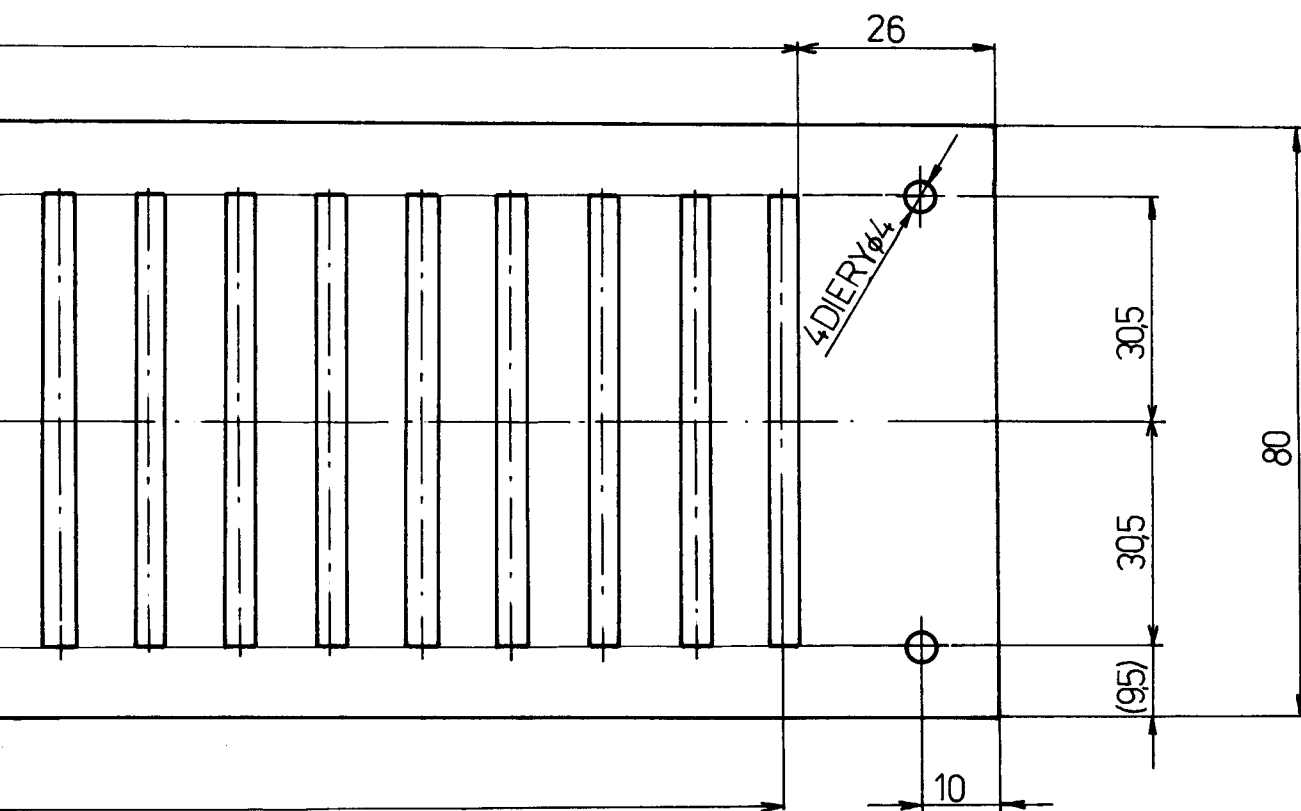


HRANY ZRAZIŤ 1x45°

DOSKA-SILON 80x278								81-A1-DP-21	
Číslo kusů	Název - Rozměr	Polotovár	Mat. konečný	Mat. výchozí	Mat. Odp.	Č. váha	Hr.váha	Číslo výkresu	Pos.
Poznámka				Celková č. váha kg					
Měřítko 1:1	Kreslil	Sónak	Sónak	Čís. sním.	Změna	Datum	Podpis	Index změny	x
	Prezkoušel			x					
	Norm. rel.			x					
	Výr. projednal	Schválil	Č. transp.	x					
	Dne							x	
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ LIBEREC		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres			
		Název		81-A1- DP-21					
		PRÍTLAČNÁ DOSKA							
				Počet listů					

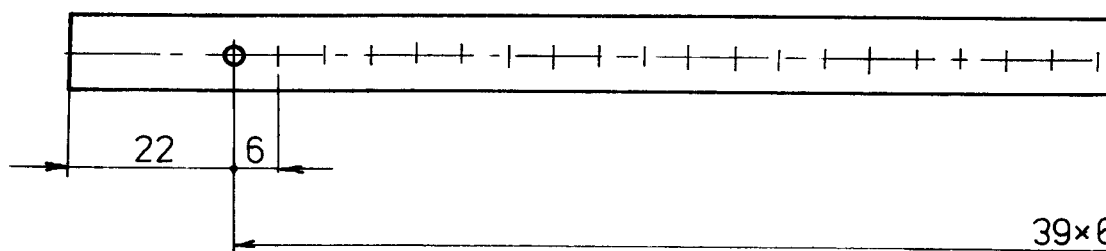
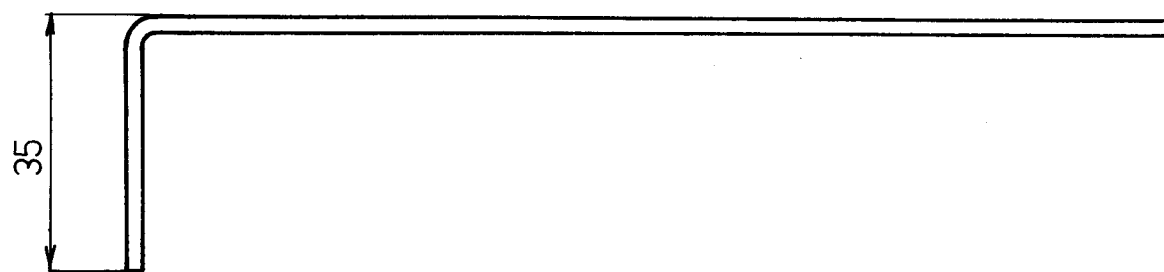


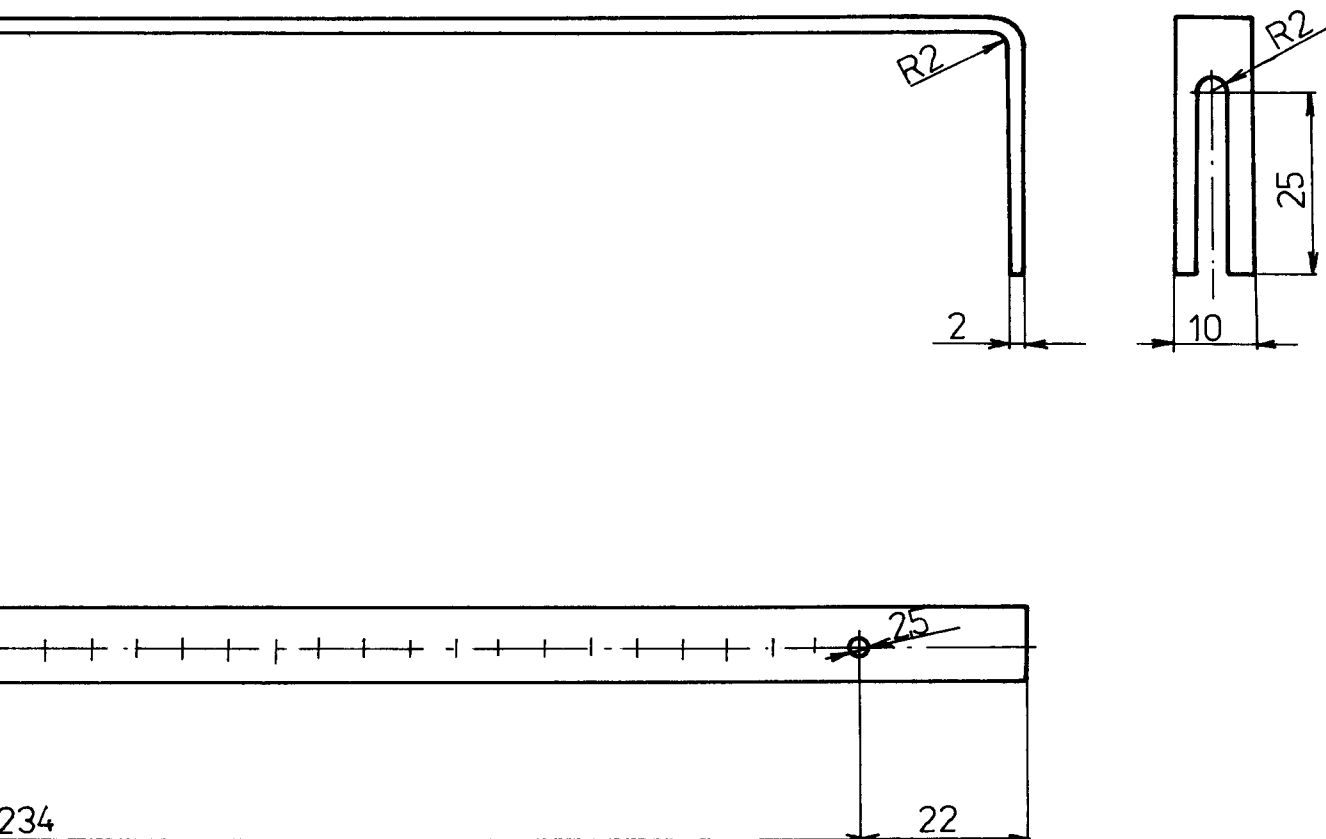
63 (32)



HRANY ZRAZIT' PO OBVODE 1x45°

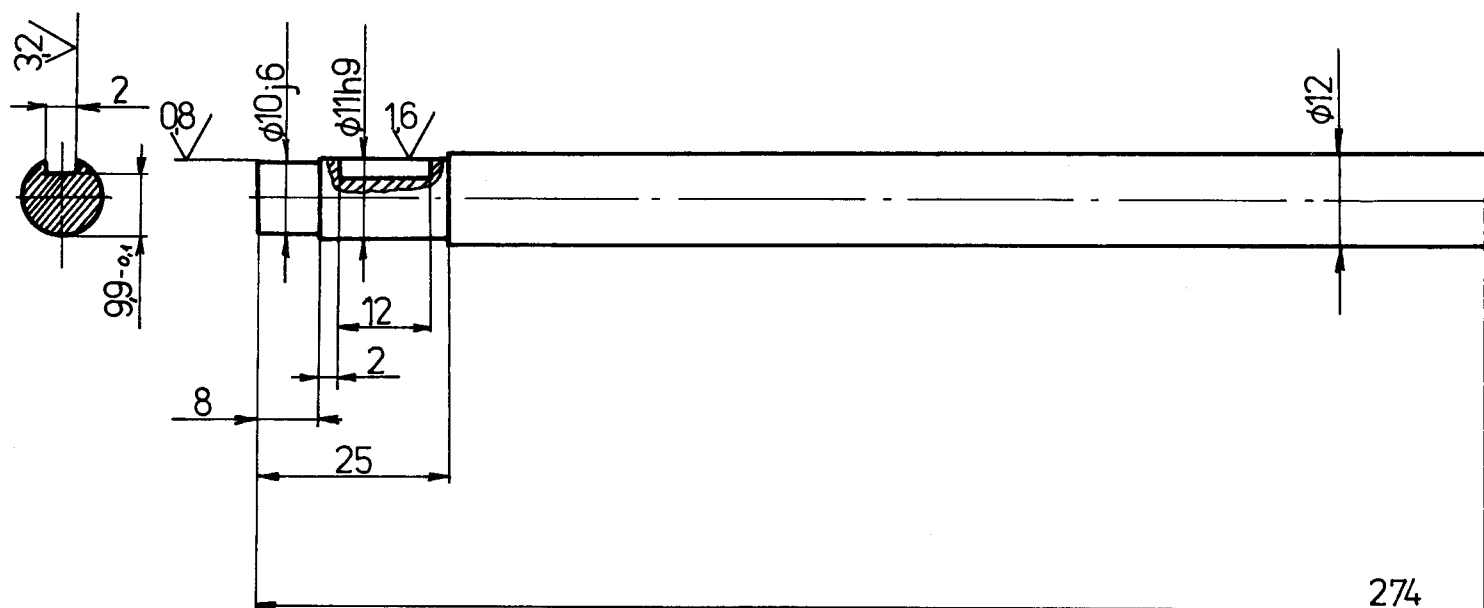
PLECH 11x85x278		ČSN421331	424432			81-A1-DP-21		14
Název - Rozměr	Polotovár	Mat. konečný	Mat. výchozí	Trída Odp.	Č. váha	Hr.váha	Číslo výkresu	Pos.
Poznámka				Celková č. váha kg				
Měřítko	Kreslil Šonak	Šonak	Čís. sním.	Změna		Datum	Podpis	Index změny
1:1	Prozkoušel		Č. transp.					
	Norm. ref.							
	Výr. projednal	Schválil						
		Dne						
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ LIBEREC		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres		
Název		DOSKA		81-A1-DP-21-14		Počet listů		
						list		



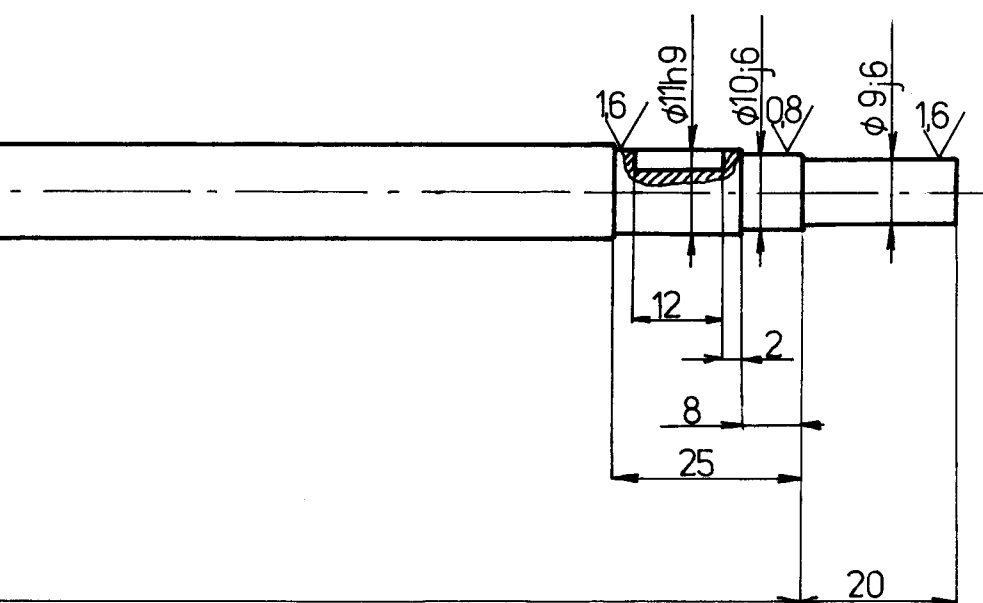


234

PLECH 2		ČSN425302	11428					81-A1-DP-21					
Název - Rozměr		Polotovar	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída Odp.	Č. váha	Hr.váha	Číslo výkresu	Pos.				
Poznámka				Celková č. váha kg									
Měřítko 1:1	Kreslil	Sonak	Čís. sním.	Změna			Datum			Podpis	Index změny	x	
	Prozkoušel	Čís. sním.	x										
	Norm. ref.	Č. transp.											x
	Výr. projednal												
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ LIBEREC		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres							
Název		VODÍTKO		81-A1-DP-21		Počet listů		List					



32 (16 0,8)



TYČ Ø13-300		ČSN426510	11 600				81-A1-DP-21	17	
Název - Rozměr		Podotovar	Mat. konečný	Mat. výchozí	Trída Odp.	Č. váha	Hr.váha	Číslo výkresu	
Poznámky				Celková č. váha kg					
Měřítko 1:1	Kreslil	Sónak	Čís. sním.	Změna			Datum	Podpis	Index změny
	Prezkoušel		Č. transp.						
	Norm. ref.								
	Výr. projednal	Schválil							
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ LIBEREC		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres			
Název		HRIADEL'		81-A1-DP-21-17					
				Počet listů					