

strojn^í a textiln^í
v Liberci

Vysoká škola:

textiln^ích strojů
a teorie mechanismů

Katedra:

Fakulta: strojn^í

Školní rok: 1974/75

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro

Milan S t e j s k a l

obor

23-34-8 Výrobní stroje a zařízení - textilní stroje

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

Název tématu: Bezkontaktní měření rychlosti pohybu příze

Pokyny pro vypracování:

Pro potřeby měření rychlosti pohybu příze na soukacích a tvarovacích strojích zvážit možnost bezkontaktního měření založeného na principu měření času průchodu značky v podobě elektrostatického náboje mezi dvěma přesně definovanými místy. Za tím účelem:

- Navrhněte princip měření vhodný pro měření rychlosti pohybu v rozmezí 3 až 10 m/sec.
- Navrhněte a zhotovte laboratorní vzorek zařízení pro vytvoření elektrostatických nábojů a snímání elektrostatických značek.
- Odzkoušejte laboratorní vzorky zařízení uvedených bod b/ pro měření rychlosti pohybu úzkého tenkého pásu z materiálů, z nichž se vyrábí chemická vlákna.

Autorské právo se řídí směrnicemi MŠK pro
závěrečné zkoušky č. j. 31 727/62-III/2 ze dne
13. července 1962 - Věstník MŠK XVL, část 24 ze dne
21. 8. 1962 § 15 autorského zákona č. 115/53 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC I, STUDENTSKÁ 5

Rozsah grafických laboratorních prací: Grafické znázornění výsledků měření

Rozsah průvodní zprávy: 5 stran A4

Seznam odborné literatury:

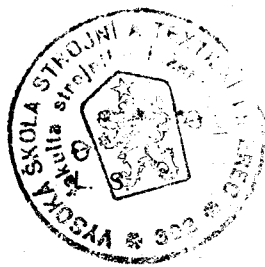
Turičín, J.: Měření neelektrických veličin
Paraba, V. : Elektronické měření v průmyslu
Šimorda, Staroba: Statická elektřina v průmyslu

Vedoucí diplomové práce: Ing. František Kadlec, KEL, VŠST

Konsultanti: Doc.Ing. Jiří Zelenka CSc

Datum zahájení diplomové práce: 15. 10. 1974

Datum odevzdání diplomové práce: 30. 5. 1975



Charvat
Doc.Ing. Jaroslav Charvát CSc
Vedoucí katedry

Krejčíř
Doc.Ing. Oldřich Krejčíř CSc
Děkan

v Liberci

dne 15. 10.

1974

VŠST Liberec	Bezkontaktní měření rychlosti pohybu příze	Milan Stejskal	
Fakulta strojní		K T S	list č.1

VŠST Liberec - Fakulta strojní

Stavba výrobních strojů - textilní stroje

Obor 23 - 34 - 8

Vedoucí práce: Ing. František Kadlec KEL VŠST Liberec

Konsultant: Doc. Ing. Jiří Zelenka CSc. KEL VŠST Liberec

Počet stran: 60

Počet příloh a tabulek: 2

Počet obrázků: 38

DT: 677. 052. 002. 7

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ :

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

V Liberci dne 23. května

Milan Stejskal

VŠST Liberec	Bezkontaktní měření rychlosti pohybu příze	Milan Stejskal	
Fakulta strojní		K T S	list č. 4

O b s a h :	str.
1. Ú v o d	6
2. P r ů v o d n í z p r á v a	7
2.1 Způsoby měření rychlosti pohybu příze	7
2.2 Bezdotykové způsoby měření rychlosti po- hybu příze	9
3. M ě ř e n í r y c h l o s t i p o h y b u p ř í z e p o m o c í e l e k t r o s t a t - i c k ý c h z n a č e k	13
3.1 Princip metody	13
3.2 V ý s l e d k y s t u d i a v l i v u p o t ř e b n é v e l i k o s t i a č a s o v é h o p ř ů b ě h u b u d í c í h o e l e k t r i c k é h o p o l e	18
3.2.1 Experimentální zjištění doby zániku polarizace	18
3.3 Optimalizace ve frekvenční oblasti	20
4. Z n a č k o v a c í z a ř í z e n í	23
4.1 Možné principy	23
4.2 Návrh zařízení, schéma zapojení, princip činnosti	24
5. S n í m a č e l e k t r o s t a t i c k é h o n á b o j e	30
5.1 Koncepce	30
5.2 Budič snímače	32
5.3 Optimalizace ve frekvenční oblasti	33
6. V y h o d n o c o v a c í z a ř í z e n í p r o i n d i k a c i e e l e k t r . n á b o j e	36

VŠST Liberec	Bezkontaktní měření rychlosti pohybu příze	Milan Stejskal	
Fakulta strojní		K T S	list č. 5
6.1	Koncepce vyhodnocovacího zařízení		36
6.2	Experimentální část		40
6.2.1	Uvedení do chodu		40
6.2.2	Měření závislosti výst. napětí na napá- jecím napětí		41
6.2.3	Měření závislosti výst. napětí na teplotě okolí		41
6.2.4	Měření závislosti rezonančního kmitočtu na teplotě okolí		43
6.2.5	Proměření frekvenční charakteristiky vy- hodnocovacího zařízení		48
6.2.6	Konstrukční uspořádání a poznatky při praktických zkouškách		48
6.3	Blokování při značkovacím pulsu		50
7.	V y h o d n o v a c í z a ř í z e n í		54
	p r o u r č e n í r y c h l o s t i		
	p o h y b u p ř í z e		
7.1	Schéma zapojení, princip		54
7.2	Možné druhy vyhodnocování		56
8.	Z á v ě r		57
9.	L i t e r a t u r a		60

1. Ú V O D

Při zkoušení a zkušebním provozu nových textilních strojů, pro potřeby automatizace těchto strojů i pro studium spřádacích procesů se velmi často objevuje požadavek měřit nebo kontrolovat rychlost pohybu příze. Dosažené užívané metody jsou zpravidla kontaktní a jsou založeny na měření rychlosti otáčení hladky opávané přízí. Nedostatkem těchto kontaktních metod je především zkreslení výsledků měření způsobené hmotností hladky, prokluzu a prodloužením příze.

Odstranění uvedených nedostatků lze očekávat u bezdotykových metod měření příze. V dalším jsou uvedeny výsledky studia zaměřeného na možnost usnadnit na rychlost pohybu příze z rychlosti pohybu značek v podobě elektrostatických nábojů vhodným způsobem na přízi vytvářených a snímaných.

2. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

2.1 Způsoby měření rychlosti pohybu příze

Při měření rychlosti pohybu příze se dnes nejčastěji používají kontaktní způsoby měření. Tak na př. u protahovacích strojů je odvídací rychlost pramene jednoznačně určena z otáček odťahovacích válečků a obdobně i podávací rychlost pramene je určena otáčkami podávacích válečků. Jelikož válečky jsou rýhované, tudíž prokluzy jsou zde minimální, musí pro rychlost pohybu pramene jak podávací tak i odvídací platit :

$$v = \omega r = 2\pi nr = \pi d n \quad / 1 /$$

kde v je podávací rychlost pramene, d je průměr podávacích válečků a n jsou otáčky podávacích válečků.

Pro určení rychlosti v tedy stačí zněnit otáčky válečků.

K určení otáček rotujících těles se běžně používá mnoho metod. Ať už nejjednodušší metody používající mechanických otáčkoměrů nebo stroboskopické, fotoelektrické atd.

Obtížnější situace nastává tehdy, jestliže rychlost příze nelze odvodit z pohybu rotačních částí stroje. Potom se dnes nejčastěji pro měření rychlosti pohybu příze používá měřicího zařízení, jehož podstatnou částí je pomocná kladka, která se dancu přízi opírá. Měříme pak rychlost otáčení pomocné kladky a dle vztahu /1/ určíme rychlost pohybu dané příze. Tato metoda však má jisté nevýhody. Ideální by bylo, aby pomocná kladka měla co nejmenší d a tím by ji bylo možno umístit i do méně přístupných míst. Ovšem podle /1/ vyplývá, že s klesajícím d

pomocné kladky, při dané rychlosti v , stoupají otáčky. Jelikož pomocná kladka musí být uložena v ložiscích, je maximální rozsah měření omezen těmito ložisky. Při zvětšení ρ d této kladky ovšem narůstá její moment setrvačnosti I . Jestliže se rychlost pohybu příze mění, znamená to, že v přízi bude dodatečně vznikat příravné mechanické napětí. Uvažujme extrémní případ, rozběh příze z nulové rychlosti na rychlost v . Tento rozběh bude trvat po určitou dobu t . Jestliže rozběh bude stejnoměrný, můžeme psát :

$$a = \text{konst} = \frac{v}{t} \quad /2/$$

kde a je zrychlení příze, v je konečná rychlost příze a t je doba rozběhu.

Při nulovém prokluzu musí dále platit :

$$\varepsilon = \frac{a}{r} \quad /3/$$

kde ε je úhlové zrychlení pomocné kladky, r je poloměr pomocné kladky.

Vlivem úhlového zrychlení ε nám bude pomocná kladka zatěžovat měřenou přízi momentem

$$M = I \varepsilon \quad /4/$$

kde M je moment zatěžující přízi, I je moment setrvačnosti pomocné kladky.

Při poloměru pomocné kladky r , je měřená příze tedy při rozběhu dodatečně zatěžována silou

$$F = \frac{M}{r} = \frac{I\varepsilon}{r} = \frac{I\alpha}{r^2} = \frac{Iv}{r^2 t}$$

/5/

kde F je přídatná síla zatěžující přízi.

Tato síla F vzniká pokaždé mění-li se rychlost pohybu příze. Přestoupí-li hodnotu odpovídající mezi plastických deformací, měřená příze se trvale deformuje a údaj o rychlosti pohybu příze je pak zkreslen. Tato metoda má však i jiné nedostatky. Při malých úhlech opášení pomocné kladky mohou nastat prokluzy příze a tím další zkreslení výsledků měření.

2.2 Bezdotykové způsoby měření rychlosti pohybu příze.

Metoda měření rychlosti pohybu příze pomocí pomocné kladky není tedy u některých strojů textilního průmyslu použitelná a to zejména z těchto důvodů :

- a/ pomocná kladka se nedá umístit do libovolného místa, ve kterém chceme měřit rychlost.
- b/ pomocná kladka nám vlivem čepového tření v ložiscích a vlivem kolísání měřené rychlosti zatěžuje přízi.
- c/ možnými prokluzy kladky se nám do výsledku měření zanáší chyba.

Aby se odstranily uvedené nedostatky, hledaly se a hledají nové způsoby.

Jedna možná metoda bezkontaktního měření rychlosti pohybu příze byla popsána Šmajstrlou [1], [2]. Metoda využívá vlastností vzájemné korelační funkce dvou náhodných signálů vzniklých průchodem příze mezi dvěma stejnými

fotoelektrickými snímači.

V současné době je studována metoda [3] , která vychází z měření doby průchodu značek tvořených nerovnoměrnostmi tloušťky příze mezi dvěma snímacími kondenzátory. Nerovnoměrnosti tloušťky příze vznikají již při spřádacím procesu, takže tato metoda je vhodná zvláště pro staplová vlákna. Stejně jako metoda popsaná Šmajstrlou [1], [2] využívá metoda popsaná Škopem [3] náhodných signálů. Liší se pouze způsobem snímání těchto signálů a způsobem jejich vyhodnocování. Obě metody jsou vhodné pro měření stále nebo nepříliš rychle proměnné rychlosti pohybu příze.

Ve výzkumné zprávě [4] jsou naznačeny zpravidla bez dalšího podstatnějšího propracování některé další možné způsoby bezkontaktního měření rychlosti pohybu příze. Ve všech případech jde o metody, u nichž se předpokládá určení rychlosti pohybu příze z doby průchodu vhodné značky mezi dvěma přesně definovanými místy, případně se vyhodnocuje frekvence impulsů sejitých vhodným snímacím zařízením a vytvořených značkami rozmístěnými ve stejných vzdálenostech na měřené přízi.

Jde především o tyto metody :

- a/ měření rychlosti pohybu příze při její úpravě vytvořením optických značek
- b/ měření rychlosti pohybu příze pomocí speciálně upravené nitě s magnetickými vlastnostmi
- c/ měření rychlosti pohybu příze pomocí značek vytvořených změnou vlhkosti

Při použití metody uvedené pod bodem a/ je nutno použít speciálně upravené příze na př. potištěním optickými značkami. Z technologického hlediska by byla výroba této příze značně jednoduchá. Stačí vést upravovancu přízi přes potiskovací kolečko. Pro úpravu lze použít barvy užívané v textilním průmyslu dostatečné odlišnosti od základní barvy vlákna. Fotoelektrickým snímačem lze převést optické značky na elektrické impulsy. Frekvence impulsů bude pak přímo úměrná rychlosti pohybující se příze za předpokladu přesné vzdálenosti značek. Protože se musí značky na přízi vytvářet předem, je tato metoda vhodná pouze pro laboratorní a výzkumné účely.

Použití metody uvedené pod bodem b/ je značně omezeno tím, že vyžaduje zavést do místa měření speciální nit s magnetickými vlastnostmi.

Měření na základě značek vytvořených změnou vlhkosti - bod c/ - se zdá být výhodné a perspektivní. Značky je možno na přízi vytvořit dvojím způsobem. Buď zvýšením vlhkosti příze v určitém místě ostříknutím příze nebo parou, případně snížením vlhkosti příze vysušením na př. laserem. Určitou nevýhodou metody je to, že změnou vlhkosti se mění i mechanické vlastnosti příze, což může omezit rozsah použití této metody.

Tabulka 2.1. Přehled možných metod měření rychlosti
pohybu příze

Použitá metoda	vhodnost pro průmyslové účely	vzniklá přídavná napětí v přízi	vyhodnocování rychlosti
Pomocná kladka	ano	ano	jednoduché
Korelační metoda	ne	ne	složité
Značky na zákl. nerovnoměrnosti příze	ano	ne	složité
Optické značky	ne	ne	jednoduché
Značky nahané na magnetické přízi	ne	ano	jednoduché
Značky vytvořené změnou vlhkosti	ano	ne	jednoduché
Elektrostatické značky	ano	ne	jednoduché

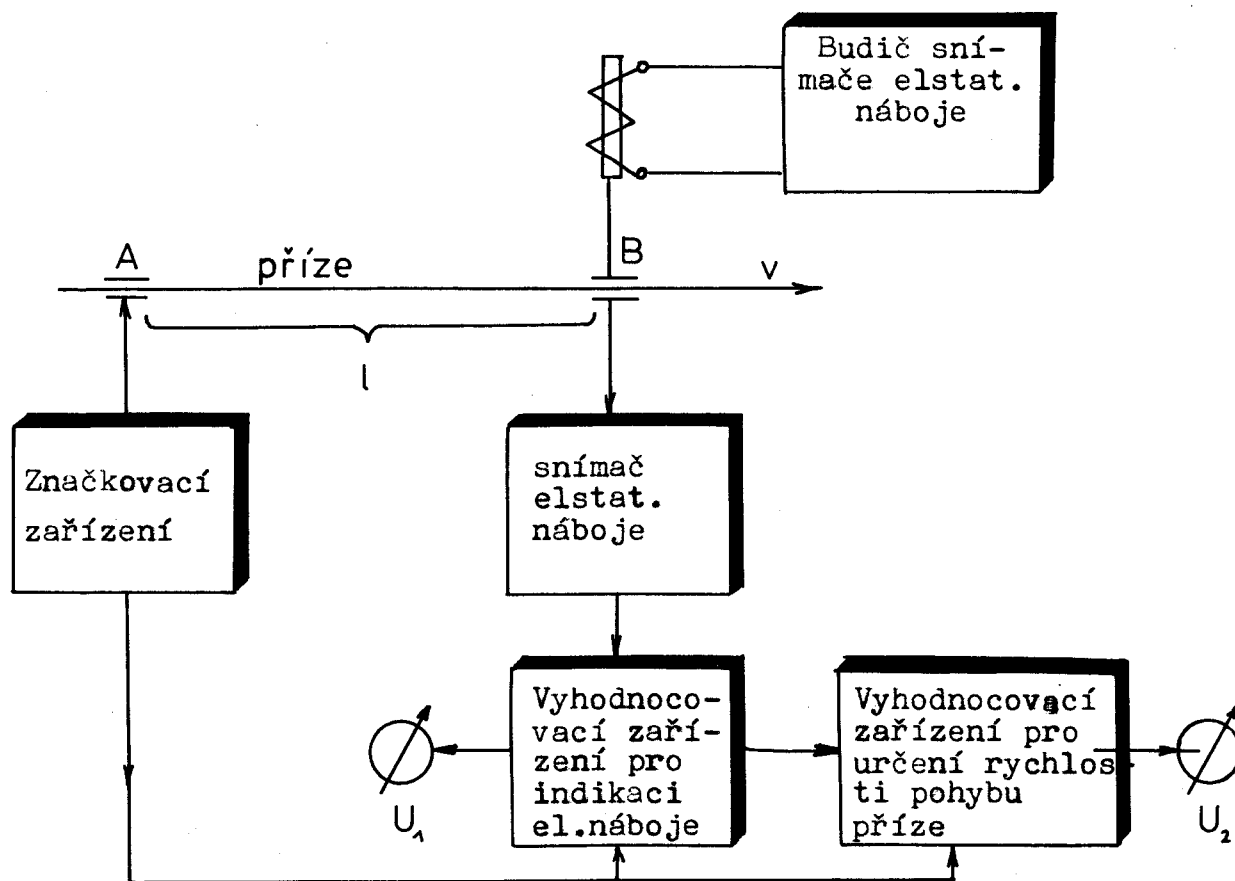
3. M Ě Ř E N Í R Y C H L O S T I P O H Y B U P Ř Í - Z E P O M O C Í E L E K T R O S T A T I C K Ý C H Z N A Č E K

3.1 Princip metody

Možnost použít pro měření rychlosti pohybu příze znašek vytvořených na přízi v podobě elektrostatických nábojů byla soustavně na katedře elektrotechniky VŠST v Liberci studována od roku 1973 [9] .

Metoda měření rychlosti pohybu příze pomocí elektrostatických znašek vychází z předpokladu, že bude možné polarizovat přízi v elektrickém poli vytvořeném mezi budícími elektrodami krátkodobým pulsem vysokého napětí a že relaxační doba zániku této polarizace bude dostatečně dlouhá. Pokud uvedené dvě podmínky budou splněny, potom lze pro měření rychlosti pohybu příze vytvořit měřící zařízení jehož blokové schéma je uvedeno na obr.3.1.

Měření příze prochází v místě A mezi deskami kondenzátoru, který ji v určitých přesných časových okamžicích polarizuje. K tomu účelu se používá impulsního zdroje vysokého napětí / značkovací zařízení /. Frekvence impulsu vysokého napětí nechť je f . V okamžiku pulsu se tedy polarizuje ta část příze, která se nachází po dobu trvání pulsu mezi elektrodami A. Ve vzdálenosti l od místa polarizace je v místě B umístěn snímač elektrostatického náboje. Signál ze snímače je třeba zpracovat ve vyhodnocovacím zařízení pro indikaci elektrostatického náboje. Jestliže mezi deskami B je elektrostatický náboj, je tento indikován ukazatelem U_1 .



Obr. 3.1 Způsob měření rychlosti pohybu příze pomocí značek v podobě elektrostatických nábojů.

Rychlost pohybu příze je vyhodnocována z času τ , který je potřebný k posunutí značky na přízi z místa A do místa B. Označíme-li rychlost pohybu příze v , potom

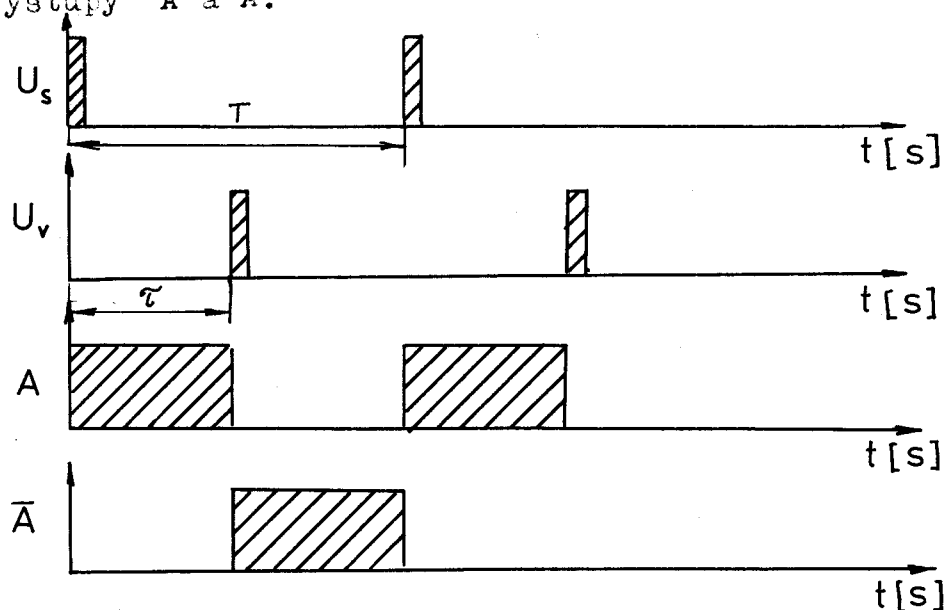
$$v = \frac{l}{\tau} \quad /5/$$

Kriterium pro počátek měření času je náběžná hrana pulsu vysokého napětí, která odpovídá náběžné hraně polarizované části příze. Kriterium pro ukončení měře-

ní času je okamžik, kdy náběžná hrana polarizované příze dosáhne místa B, to je kdy snímač elektrostatického náboje zjistí přítomnost náboje.

Vyhodnocování časového intervalu τ tedy i rychlosti pohybu příze v je možné realizovat několika způsoby. V našem případě jsme použili metodu šířkově modulovaného pulsního napětí. Jako vyhodnocovací zařízení pro určení rychlosti příze jsme použili bistabilní klopný obvod.

V našem případě byl bistabilní klopný obvod spouštěn náběžnou hranou pulsu odvozeného ze značkovacího zařízení / napětí U_s / a překlacen do druhého stavu náběžnou hranou polarizovaného úseku příze / napětí U_v / registrovanou snímačem elektrostatického náboje. U bistabilního klopného obvodu jsou k dispozici dva výstupy A a $\bar{A}$.

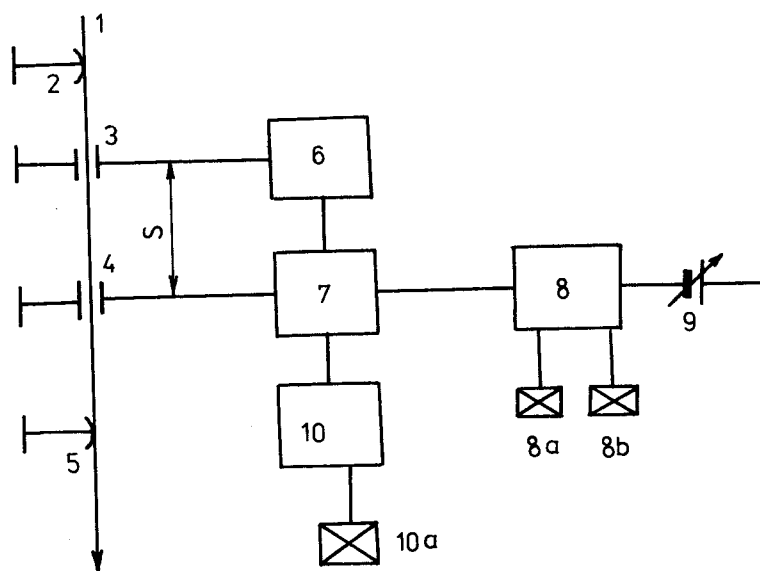


Obr. 3.2 Časový diagram činnosti bistabilního klopného obvodu při měření rychlosti pohybu příze

Frekvence $f = \frac{1}{T}$ průběhu výstupních napětí $A, \bar{A}$ na bistabilním klopném obvodu je dána opakovací frekvencí f značkovacího zařízení. Šířka pulsu na výstupu A je dána měřeným časem. Při měnící se rychlosti pohybu příze vzniká na výstupu bistabilního klopného obvodu šířkově modulované pulsní napětí s konstantní opakovací frekvencí $\frac{1}{T}$. Střední hodnota modulovaného pulsního napětí na výstupu A je potom přímo úměrná času τ a nepřímo úměrná rychlosti pohybu příze.

Jak jsme dodatečně zjistili v závěru prací na připravovaném zařízení k měření rychlosti pohybu příze, obdobná metoda byla v principu popsána a je patentově chráněna v patentových přihláškách [10], [11].

Princip metody popsané v patentové přihlášce [10] je uveden na obr. 3.3.



Obr. 3.3 Princip metody měření rychlosti pohybu příze, popsané v [10]

Z obrázku je vidět, že nit 1 prochází nejprve kolem uzeměného kovového tělesa 2. Ztrácí přitom eventuální elektrostatické náboje. Potom prochází nit dvěma odisolovanými kovovými plochami 3. Mezi těmito plochami se impulsním generátorem 6 vytváří v krátkém časovém sledu elektrické pole, jehož působením se na nit přenáší elektrostatický náboj.

V určité vzdálenosti s je umístěn další pár kovových ploch 4, kterým rovněž nit prochází. Na niti vytvořený elektrostatický náboj indukuje napěťový impuls, který se vhodnými obvodovými prostředky 7 zesiluje a tvaruje.

Na rozdíl od námi uvažovaného principu měření je v patentové přihlášce [10] princip vyhodnocování odlišný v tom, že pro snímání elektrostatického náboje se nepoužívá snímacího kondenzátoru s rozkmitávanou jednou deskou, ale snímacího kondenzátoru s deskami pevnými. Velikost indukovaného napětí na tomto kondenzátoru je pak přímo úměrná rychlosti pohybu příze. Při použití kondenzátoru s rozkmitávanou deskou je velikost indukovaného napětí na rychlosti příze nezávislá. Dále použití kondenzátoru s kmitající deskou umožňuje v dalším vyhodnocovacím zařízení použít selektivní zesilovač a tím příznivěji řešit vliv rušivých nežádoucích signálů.

Způsob vyhodnocování tak, jak je naznačen v patentových nárocích, je zřejmě obdobný způsobu, který jsme použili my, s tím rozdílem, že frekvence značkovacích

impulsů není konstantní, jak je tomu v našem případě, ale další značkovací impuls je spuštěn až tehdy, prošel-li předchozí impuls snímacími deskami 4. To je výhodné především v těch případech, kdy zařízení má být použito pro vyhodnocování délky příze. V tom případě délka příze je úměrná počtu přijatých pulsů.

3.2 Výsledky studia vlivu potřebné velikosti a časového průběhu budícího elektrického pole

Pro vytvoření potřebných elektrostatických značek bylo třeba nejprve stanovit potřebnou velikost polarizačního elektrického pole a v návaznosti na možné způsoby realizace i uvážit vhodný časový průběh budícího napětí.

3.2.1 Experimentální zjištění doby zániku polarizace.

V návrhu soupravy pro měření rychlosti pohybu příze bylo předpokládáno, že elektrostatický náboj vzniklý mezi budícími elektrodami bude měřen ve vzdálenosti 1 od budících elektrod. Při uvažované rychlosti pohybu příze 3 až 10 m/sec a vzdálenosti 1 přibližně 5 cm proběhne značka tuto vzdálenost za dobu 16 až 5 msec. Doba zániku polarizace příze musí být tedy podstatně delší než tato hodnota. Doba zániku polarizace příze jsme sledovali na různých textilních materiálech. Výsledky měření jsou patrné z tabulky 3.4.

Doba zániku polarizace tak, jak je určena v tabulce 3.4, odpovídá době, za kterou indikátor elektrostatic-

Tab. 3.4 Výsledky měření doby zániku polarizace

PŘÍZE	POLARIZAČNÍ NAPĚTÍ [KV]	VZDÁLENOST POLAR.DESEK	DOBA ZÁNÍKU POLARIZACE	POZN.
PES/VS 70/30 TEX 62,5	3	3 mm	2 až 5 sec	
— —	7	8 mm	13 až 15 sec	
100 % ba čm 135/2×2	3	3mm	2 až 5 sec	
— —	1	3mm	8 až 10 sec	dotek s jednou pol.deskou
100 % VS čm 32	1	3 mm	0,5 až 1 sec	— —

kého náboje registroval poloviční výchylku oproti hodnotě na počátku měření. Relativní vlhkost vzduchu při měření byla asi 40 %. Jako polarizátor byl použit regulovatelný stejnosměrný vysokonapěťový zdroj, který byl k dispozici na katedře elektrotechniky VŠST, Liberec. Polarizační napětí jsme měřili přístrojem DU-20 s připojenou vysokonapěťovou sondou. Jestliže se při polarizaci příze jedna z polarizačních desek této příze dotýká, stačilo k dokonalé polarizaci napětí 800 V.

Při praktických zkouškách polarizace příze jsme zkoušeli i použití střídavého vysokonapěťového zdroje, ale ani napětí o velikosti 10 KV nestačilo přízi spolehlivě zpolarizovat.

3.3 Optimalizace ve frekvenční oblasti

Frekvence značkování t.j. frekvence pulsů vysokého napětí nemůže být libovolná. Můžeme sice vyhodnocovat okamžitou rychlost příze v určitém okamžiku tím, že značkovacím zařízením vytvoříme pouze jednu značku a vyhodnotíme čas průchodu této značky mezi body A a B, ovšem pro určení průměrné rychlosti musíme tyto značky vytvářet pravidelně po celou dobu měření.

Podmínkou pro správnou funkci vyhodnecovacího zařízení pro určení rychlosti pohybu příze je to, že další značka bude vytvořena až po té, kdy nám předchodí značka prošla místem B /viz obr. 3.1 /. Při nedodržení této podmínky bychom dostali zkreslené výsledky.

Pro čas τ , který potřebuje značka než proběhne vzdálenost l mezi místy A a B při konstantní rychlosti v , platí :

$$\tau = \frac{l}{v} \quad / 6 /$$

Aby byla splněna tedy předchozí podmínka musí platit, že $T > \tau$. Pro frekvenci značkování tedy

$$f = \frac{1}{T} < \frac{1}{\tau} = \frac{v}{l} \quad / 7 /$$

Pro co nejpresnější určení rychlosti pohybu příze je třeba, aby frekvence f byla co nejvyšší, ovšem musí být vždy splněna podmínka / 7 /.

Ze vztahu /7/ je vidět, že nejvyšší možné frekvence je možno dosáhnout za podmínky co nejmenší vzdálenosti l snímacích a značkovacích elektrod. Při konkrétním řešení však musíme uvažovat dále tyto faktory :

1/ Doba nutná k překlopení bistabilního klopného obvodu

2/ Doba trvání značkovacího pulsu

Pro náš konkrétní případ řešení, byla vzdálenost mezi místy A a B rovna 8 cm / viz obr.5.2/.

Dle vztahu / 7 / pro $v_{\min}$ platí:

$$f < \frac{v_{\min}}{l} = \frac{3}{8 \cdot 10^{-2}} = 37,5 \text{ [Hz]}$$

Pro $v_{\max}$

$$f < \frac{v_{\max}}{l} = \frac{10}{8 \cdot 10^{-2}} = 125 \text{ [Hz]}$$

Dle zadání je $v_{\max} = 10 \text{ m/sec}$ a $v_{\min} = 3 \text{ m/sec}$.

VŠST Liberec	Bezkontaktní měření rychlosti pohybu příze	Milan Stejskal	
Fakulta strojní		K T S	list č.22
Při návrhu značkovacího zařízení jsme frekvenci značkování volili přepínatelnou ve 2 stupních, při čemž f_1 byla volena asi 15 Hz a f_2 přibližně 40 Hz.			

4. ZNAČKOVACÍ ZAŘÍZENÍ

4.1 Možné principy

Jak vyplynulo z tab.3.4 je nutné pro spolehlivou polarizaci příze navrhnout pulsní stejnosměrný vysokonapěťový zdroj, který musí dodat napětí vyšší než 1 kV.

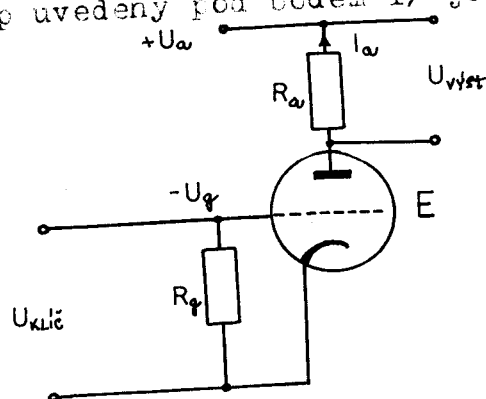
Pro praktické využití se nabízí několik možností řešení :

1/ Použití klíčované elektronky

2/ Použití klíčovaného vn zdroje z televizoru

3/ Použití impulsního vn trafo

Princip uvedený pod bodem 1/ je patrný z obr.4.1.

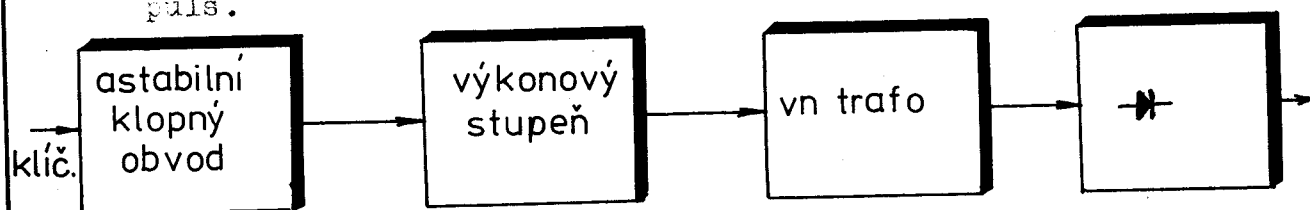


Obr. 4.1 Klíčovaná elektronka

Elektronka E je v klidovém stavu úplně uzavřena, na odporu R_a není žádné napětí. Přivedením takového pulsu na mřížku elektronky, aby se elektronka otevřela, objeví se na odporu R_a vlivem procházejícího proudu I_a napětí $U_{vst} = R_a I_a$. Tento princip vyžaduje použití elektronky E, která je konstruována pro anodové napětí 2 kV.

Blokové schéma vn zdroje využívající principu klí-

člování vn zdroje z televizoru je uvedeno na obr. 4.2. Má-li se vytvořit na přízi elektrostatická značka, musí se pomocí klíčovacího pulsu na okamžik spustit astabilní klopný obvod. Výstupní napětí z tohoto obvodu se vede do výkonového stupně, který napájí vn trafo. Po usměrnění dostaneme na výstupu ss vysokonapěťový puls.



Obr. 4.2 Princip značkovače využívající klíčování vn zdroje z televizoru

Při použití impulsního vn trafa k vytvoření vn pulsu stačí, abychom primární vinutí tohoto trafa ve vhodný okamžik připojili ke zdroji ss napětí. Vlivem strmé náběhové hrany proudového impulsu v primárním vinutí se na sekundě indukuje vysokonapěťový impuls o amplitudě jednotek až desítek KV.

4.2 Návrh zařízení, schéma zapojení, princip činnosti

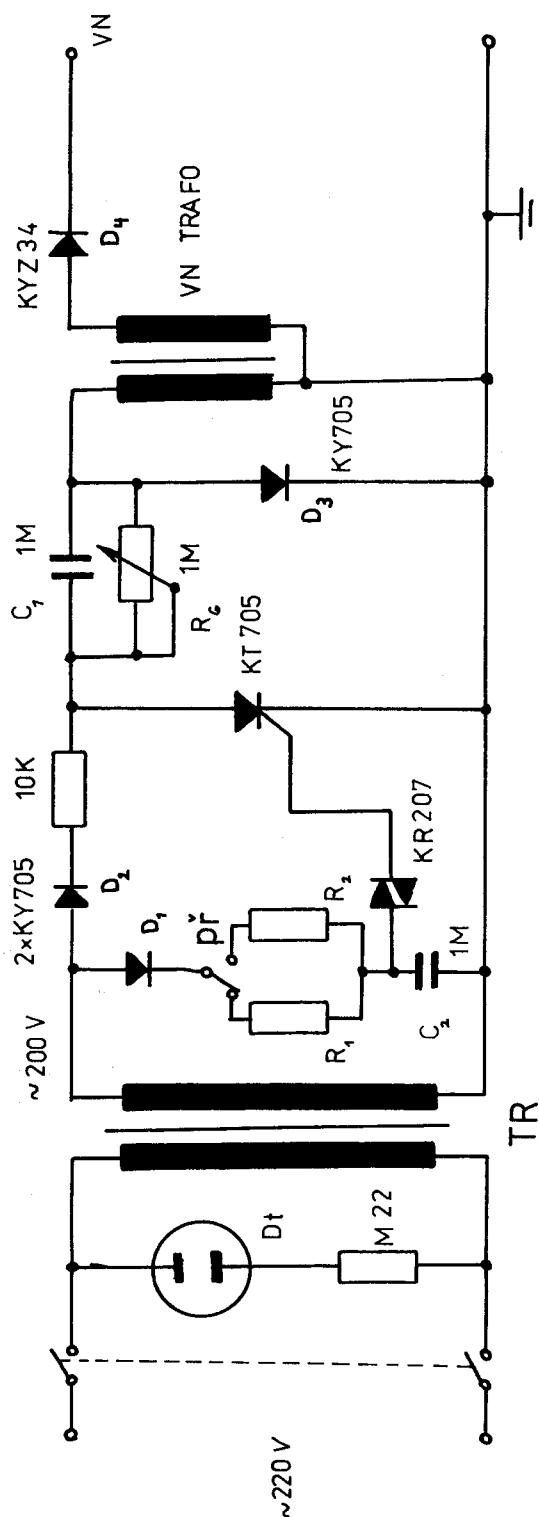
Při návrhu značkovacího zařízení jsme se snažili dodržet několik podmínek.

- 1/ Výstupní napětí ze značkovacího zařízení musí být větší než 1 KV s možností regulace
- 2/ Frekvence vytvoření vysokonapěťových pulsů musí být konstantní
- 3/ Zařízení musí být bezpečné pro obalu

Zdálo se, že nejlépe těmto podmínkám vyhoví vysokonapěťový zdroj, který bude využívat impulsního vn trafa. Schéma zařízení tak, jak bylo navrženo, je na obr. 4.3. Jde v podstatě o upravené tyristorové zapalování [12] .

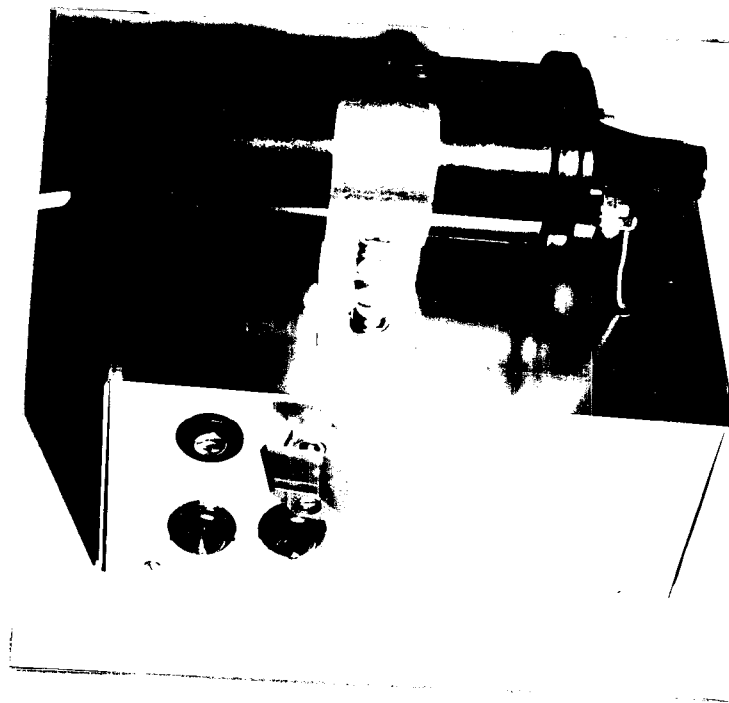
Princip činnosti:

Síťové napětí 220 V se přes transformátor TR , který nám zařízení galvanicky odděluje od sítě, transformuje na 200 V. Toto napětí se usměrňuje diodami D_1 a D_2 a nabíjí nám současně kondenzátory C_1 a C_2 . Časová konstanta nabíjení kondenzátoru C_2 je určena velikostí odporu R_1 nebo R_2 . Nabíje-li se kondenzátor C_2 na napětí asi 36 V sepne diak KR 207 a na řídicí elektrodu tyristoru KT 705 se dostane kladný puls, který ho otevře. Tyristor nám vybije přes primární vinutí vn trafa kondenzátor C_1 . Vlivem proudového impulsu v primární větvi vn trafa se na sekundě indukuje vysokonapěťový impuls. Hodnotu velikosti napětí, na které se nabíje C_1 určuje potenciometr R_g . Tímto potenciometrem lze tedy v širokých mezích regulovat amplitudu vn pulsu. Dioda D_3 zabráňuje záznamům při vybíjení C_1 . Současně s otevřením tyristoru KT 705 se přes diak a řídicí elektrodu vybíjí kondenzátor C_2 . Jakmile se C_1 vybije na nulovou hodnotu, přivede se tyristor do nevodivého stavu a tím je opět umožněno nabíjení kondenzátorů C_1 a C_2 . Celý děj se periodicky



Obr. 4.3 Celkové schéma vysokonapěťového zdroje

opakuje. Frekvence značkování se dá změnit přepínačem $př$.
Hodnoty odporů R_1 a R_2 je nutno volit tak, abychom
dostali požadovanou frekvenci značkování viz kap. 3.3.
Konstrukční řešení daného zařízení je patrné z obr. 4.4.



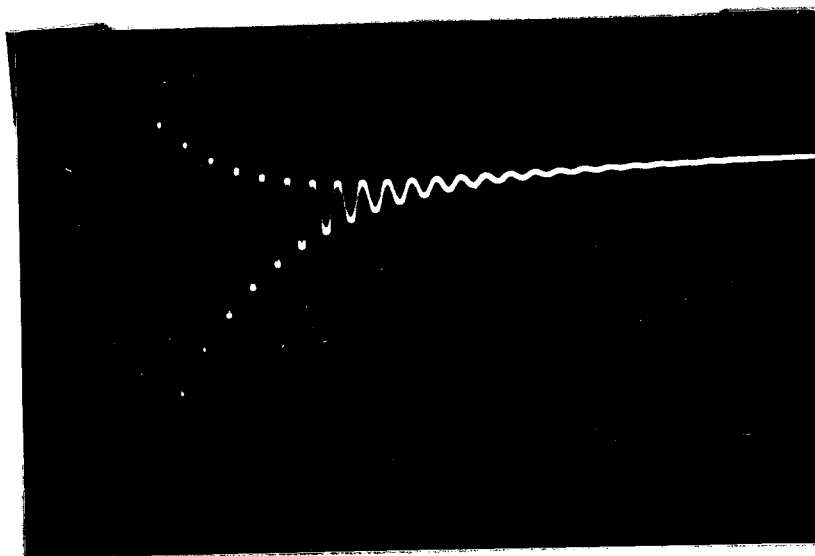
Obr. 4.4 Konstrukční řešení značkovacího zařízení

V průběhu vývoje byla zkoušena též možnost polarizovat přízi impulsem vytvořeným na sekundárním vinutí vn transformátoru bez dalšího usměrnění usměrňovačem KYZ 34. Jako vn trafa jsme užili zapalovací automobilové cívky. Časový průběh vysokonapěťového pulsu sejmutého pomocí osciloskopu je patrný z obr. 4.5. Vzhledem k exponenciálně klesající amplitudě polarizačního napětí k polarizaci příze nedošlo. Rastr patrný na obr. 4.5 je po 1 cm.

Časová základna osciloskopu byla nastavena na 0,2 ms/cm. Z těchto výchozích hodnot lze určit dobu trvání pulsu, která je 2 ms.

Bylo předpokládáno, že zbytečně dlouhou dobu trvání pulsu lze zkrátit tehdy, jestliže vysokonapěťové impulsní trafo navineme na neželezné jádro / zapalovací automobilová cívka je vinuta na železném jádře/. Vysokonapěťové trafo jsme navinuli dle [12] na feritové jádro.

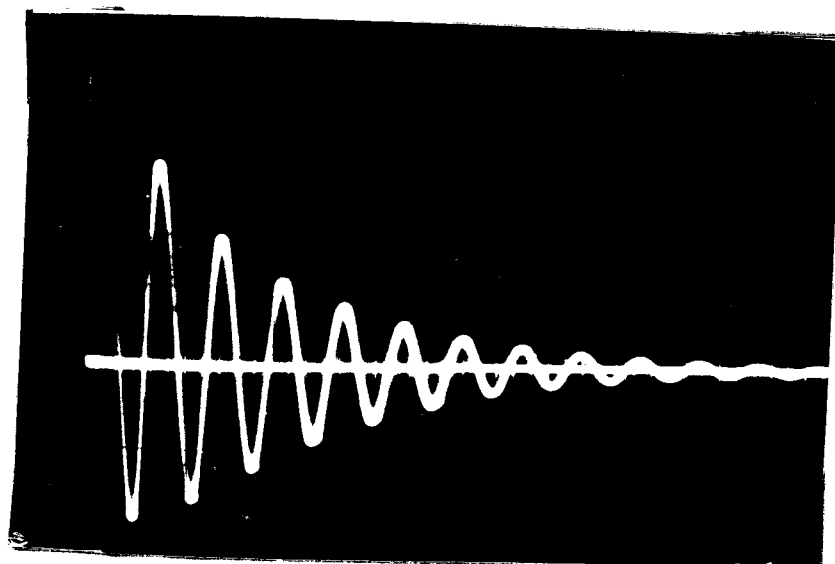
Časový průběh pulsu při použití tohoto vn trafo je patrný z obr. 4.6.



Obr. 4.6 Časový průběh pulsu při použití vn trafo navinutého na feritovém jádře

Časová základna osciloskopu byla nastavena na 50 μ s/cm. Z obr. 4.6 je možné vidět, že doba trvání pulsu se zkrátila přibližně na 0,4 ms. Ani v tomto případě vn puls přízi nepolarizoval. Pro spolehlivou po-

larizaci bylo třeba průběhy, které jsou na obrázcích 4.5 a 4.6 jednocestně usměrnit diodou D_4 KYZ 34 viz obr. 4.3.



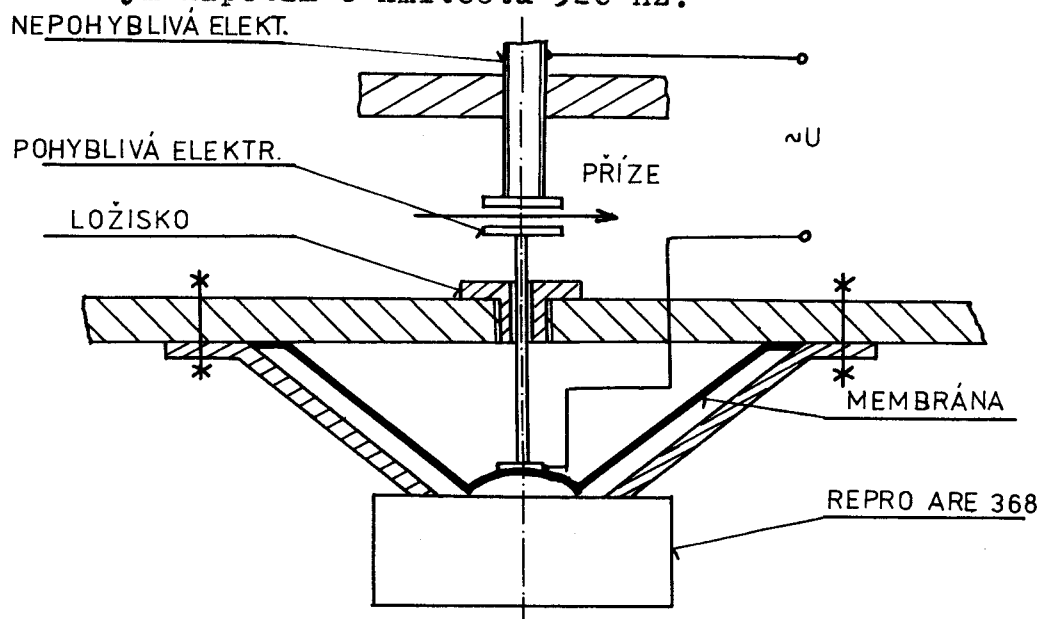
Obr. 4.5 Časový průběh vn pulsu při použití automobilové zapalovací cívky

5. SNÍMAČ ELEKTROSTATICKÉHO NÁBOJE

5.1 Koncepce

Pro identifikaci polarizované části příze jsme použili snímače pracující na principu elektrostatické indukce. Tato metoda se používá např. pro zjišťování elektrostatických nábojů na elektretech [6].

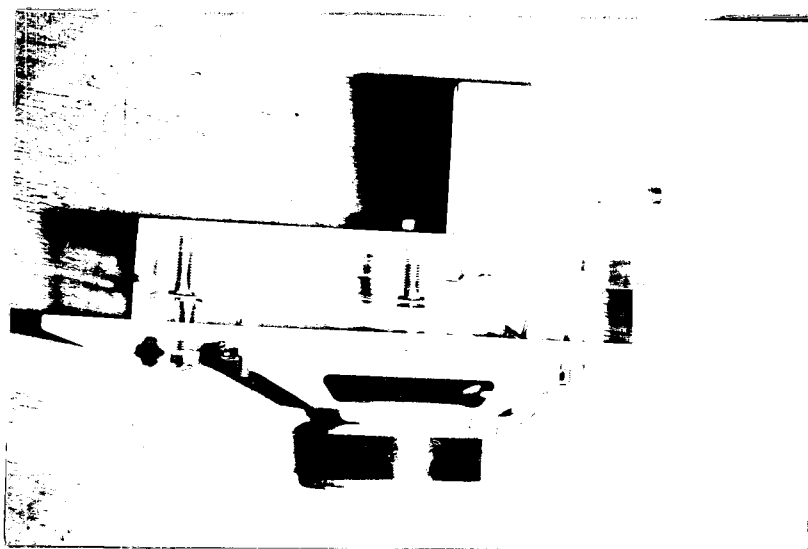
Spočívá v tom, že snímač je tvořen jednou pevnou a jednou pohyblivou elektrodou. Při pohybu elektrody / kmitání / se mění kapacita snímače a v případě přítomnosti elektrostatického náboje mezi deskami indukuje se v rytmu změny kapacity na elektrodách střídavé napětí. V našem případě jsme pohyblivou elektrodu rozkmitávali pomocí upraveného reproduktorku střídavým napětím o kmitočtu 520 Hz.



Obr. 5.1 Princip konstrukčního řešení snímače elstat. náboje

Na membránu použitého reproduktorku ARE 368 jsme přitmelili pomocí lepidla EPOXY 1200 pohyblivou elektrodu, která byla uložena v ložisku. Použitý materiál na ložiska, pevnou a pohyblivou elektrodu byla mosaz. Při experimentálním ověřování funkce snímače bylo zjištěno, že pro nejlepší funkci je třeba, aby pohyblivá elektroda tvořila kostru a indukované napětí se odebíralo z pevné elektrody. Vložením pásu z polypropylenu, který jsme předtím zpolarizovali třením, bylo na elektrodách naměřeno napětí asi 2 až 5 μV . Amplituda zdvihu pohyblivé elektrody byla asi 0,1 mm.

K vytvoření tohoto zdvihu je třeba výkonu 100 mW.



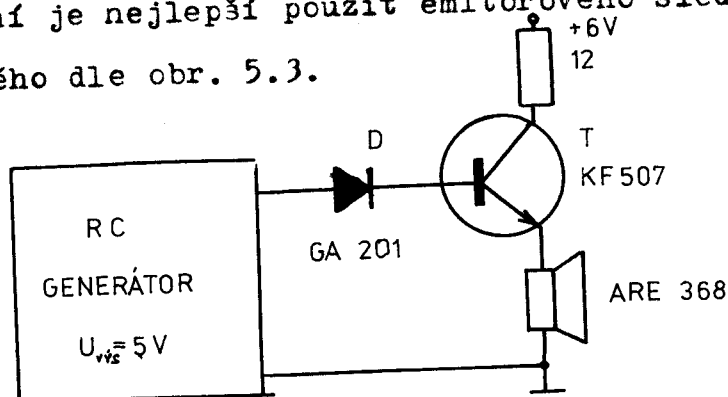
Obr. 5.2 Konstrukční řešení snímače elast.náboje
Vzdálenost mezi pohyblivou a pevnou elektrodou činila asi 5 mm.

Na velikost indukovaného napětí má vliv :

- a/ velikost elektrostatického náboje
- b/ vzdálenost elektrod
- c/ poměrná amplituda zdvihu pohyblivé elektrody

5.2 Budič snímače elektrostatického náboje

K vybuzení snímače elektrostatického náboje je třeba mít generátor periodického napětí, který by byl schopen dodat výkon asi 200 mW do zatěžovací impedance 8Ω / impedance reproduktorku ARE 368 /. Jako generátoru je možno použít běžný RC generátor s tím, že se jeho vysoká výstupní impedance musí přizpůsobit nízké vstupní impedanci reproduktorku. Pro toto přizpůsobení je nejlepší použít emitorového sledovače zapojeného dle obr. 5.3.

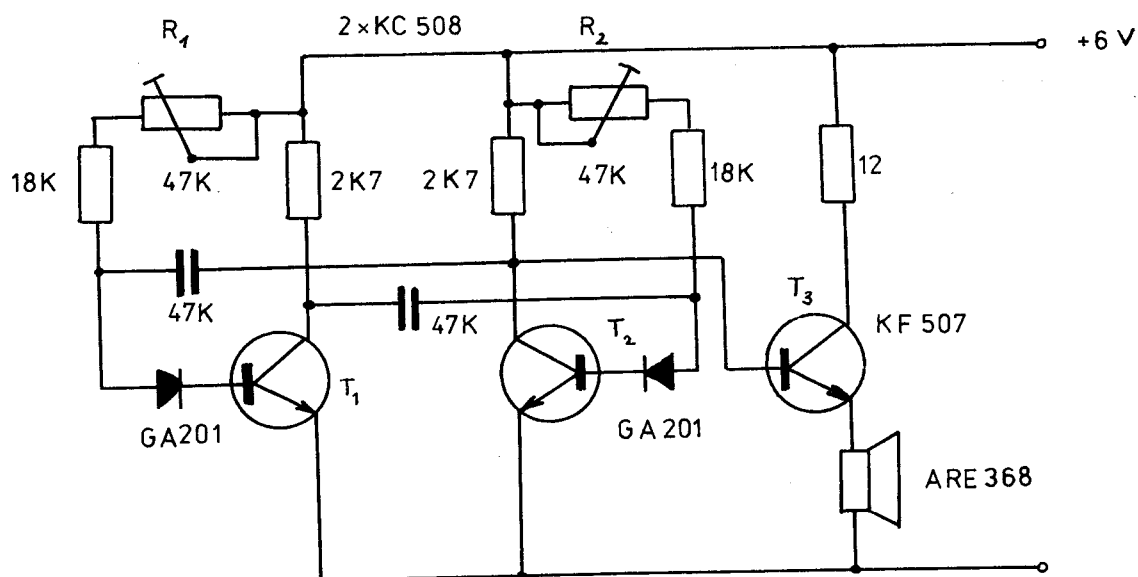


Obr. 5.3 Schéma emitorového sledovače

V tom případě, že nemáme k dispozici RC generátor např. BM 365, je možno jako budiče snímače použít běžného nestabilního multivibrátoru [5] .

Transistor T_3 pracuje opět jako přizpůsobovací člen. Změnou odporu potenciometrických trimrů R_1 , R_2 lze budič naladit na frekvenci 520 Hz. Rozsah přeladitel-

nosti daného budiče je asi od 250 Hz do 830 Hz.



Obr. 5.4 Schéma zapojení budiče

5.3 Optimalizace ve frekvenční oblasti

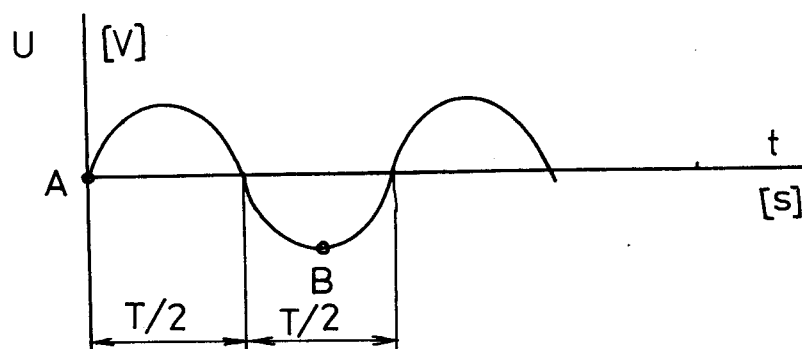
Jak bylo již uvedeno, pracuje snímač elstat.náboje na principu elektrostatické indukce. Pohyblivá elektroda harmonicky kmitá a na deskách snímače se objeví v případě přítomnosti náboje střídavé napětí takové frekvence, která odpovídá frekvenci kmitání pohyblivé elektrody snímače.

Při prvních pokusech zařízení byla elektroda rozkmitávána napětím o frekvenci 520 Hz. Abychom zaručili, že vyhodnocení rychlosti bude co nejpřesnější, je třeba, aby bistabilní klopný obvod / kap. 3.1 / byl překlápen náběžnou hranou pulsu, který odpovídá náběžné hraně polarizace pohybující se přize. K tomu účelu je třeba, aby snímač pracoval s určitou optimální frekvencí, při čemž menší chyby ve vyhodnocení se dosáhne při vyšší frekvenci pohybu desky

VŠST Liberec	Bezkontaktní měření rychlosti pohybu příze	Milan Stejskal	
Fakulta strojní		K T S	list č. 34

snímače. Tato frekvence je však omezena mechanickým uspořádáním snímače.

Pro určení optimální frekvence uvažujme střídavé napětí, které se indukuje na snímači při přítomnosti náboje; má sinusový průběh. Jelikož však toto napětí je malé, řádově μV , musí se ve vyhodnocovacím zařízení pro indikaci elstat. náboje zesílit. Při tomto zesílení však nastává i jednocestné usměrnění / viz celkové schéma vyhodnocovacího zařízení pro indikaci elstat. náboje /. To má za následek, že bistabilní klopný obvod může překloupnout pouze záporná půlvlna střídavého napětí naindukovaného na deskách snímače.



Obr. 5.6 Průběh napětí indukovaného na snímači

Předpokládejme nejnepříznivější případ, t.j. že náběžná hrana náboje na přízi se dostane mezi desky snímače právě v tom okamžiku, kdy by se na snímači indukovala kladná půlvlna - bod A na obr. 5.6. Ovšem jak již bylo řečeno tato půlvlna nemůže překloupnout bistabilní klopný obvod. K jeho překloupnutí může dojít tedy až v blízkosti bodu B. To znamená, že překloupnutí bistabilního klopného obvodu je opožděno o čas rovný $\frac{3}{4} T$.

Uvažujeme-li, že tento čas má být menší než např. 5% času potřebného k průchodu náboje mezi značkovacím zařízením a snímačem, vyjde nám potřebná frekvence kmitání elektrody snímače. Musí tedy platit :

$$\frac{3}{4} T < 0,05 \tau \quad / 8 /$$

kde T značí periodu kmitání elektrody snímače, τ čas potřebný k průchodu značky mezi značkovacím zařízením a snímačem.

Podle /5/ platí $\tau = \frac{l}{v}$
 pak $\frac{3}{4} T < 0,05 \frac{l}{v}$
 úpravou $T < \frac{1}{15} \frac{l}{v}$
 jelikož $T = \frac{1}{f}$ musí platit

$$f > 15 \frac{v}{l} \quad / 9 /$$

Pro náš konkrétní případ řešení daného snímače / obr.5.2 / je $l = 8 \cdot 10^{-2}$ m, Dle zadání diplomového úkolu je $v_{max} = 10$ m/s. Dosazením do / 9 / dostaneme, že $f > 1875$ [Hz]



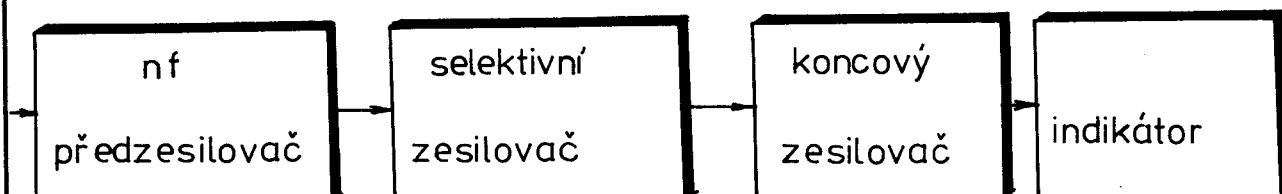
Obr. 5.5 Konstrukční uspořádání budiče z obr. 5.4

VŠST Liberec	Bezkontaktní měření rychlosti pohybu přize	Milan Stejskal	
Fakulta strojní		K T S	list č. 36

6. VYHODNOCOVACÍ ZAŘÍZENÍ PRO INDIKACI ELSTAT. NÁBOJE

6.1 Koncepce vyhodnocovacího zařízení

V návrhu R. Haslera [7] bylo předpokládáno, že vyhodnocovací zařízení bude sestávat ze čtyř částí / obr. 6.1 /, nízkofrekvenčního předzesilovače s vysokým vstupním odporem, selektivního zesilovače s negativní vazbou v podobě dvojitého T článku, koncového zesilovače a indikátoru.



Obr. 6.1 Celkové blokové schéma vyhodnocovacího zařízení pro indikaci elstat. náboje

Nízkofrekvenční předzesilovač

Abychom zaručili vysokou vstupní impedanci předzesilovače a omezili vliv rušivých napětí, bylo jej třeba umístit co nejblíže k snímacímu kondenzátoru. Proto bylo rozhodnuto, že předzesilovač bude tvořit samostatný celek. Schéma zapojení nízkofrekvenčního předzesilovače je uvedeno na obr. 6.2. Předzesilovač byl navržen technikou plošných spojů na cuprexitové destičce o rozměrech asi 40x60 mm. Plošné spoje byly vytvořeny fotochemickou cestou.

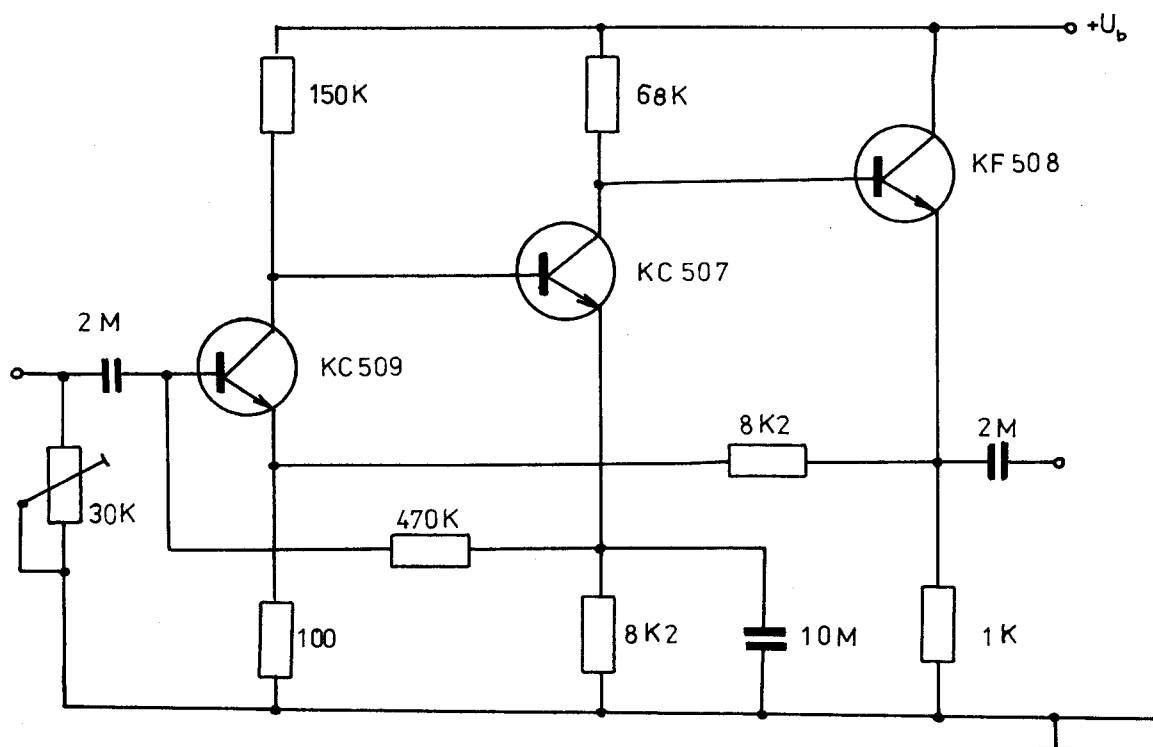
Selektivní zesilovač

Selektivní zesilovač byl sestaven z operačního zesilovače MAA 502 a z RC dvojitého T článku. RC dvojitý T článek

byl přitom zapojen ve větvi záporné zpětné vazby realizované mezi vstupním a výstupním obvodem zesilovače. Schéma zapojení selektivního zesilovače je uvedeno na obr. 6.3, náhradní schéma zapojení operačního zesilovače MAA 502 / převzaté z katalogu [8] / je uvedeno na obr. 6.4.

Koncový zesilovač

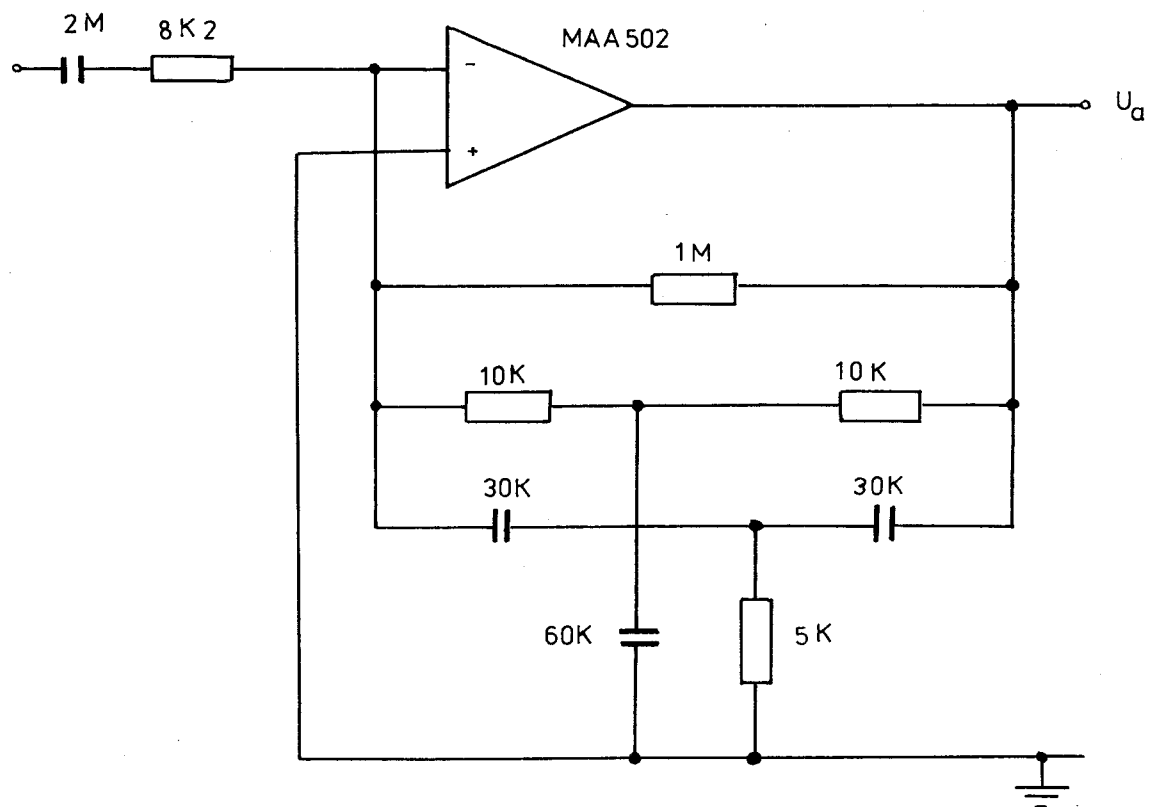
K dosažení potřebného napětí pro indikátor byl za selektivní zesilovač zapojen koncový zesilovač, jehož schéma zapojení je uvedeno na obr. 6.5.



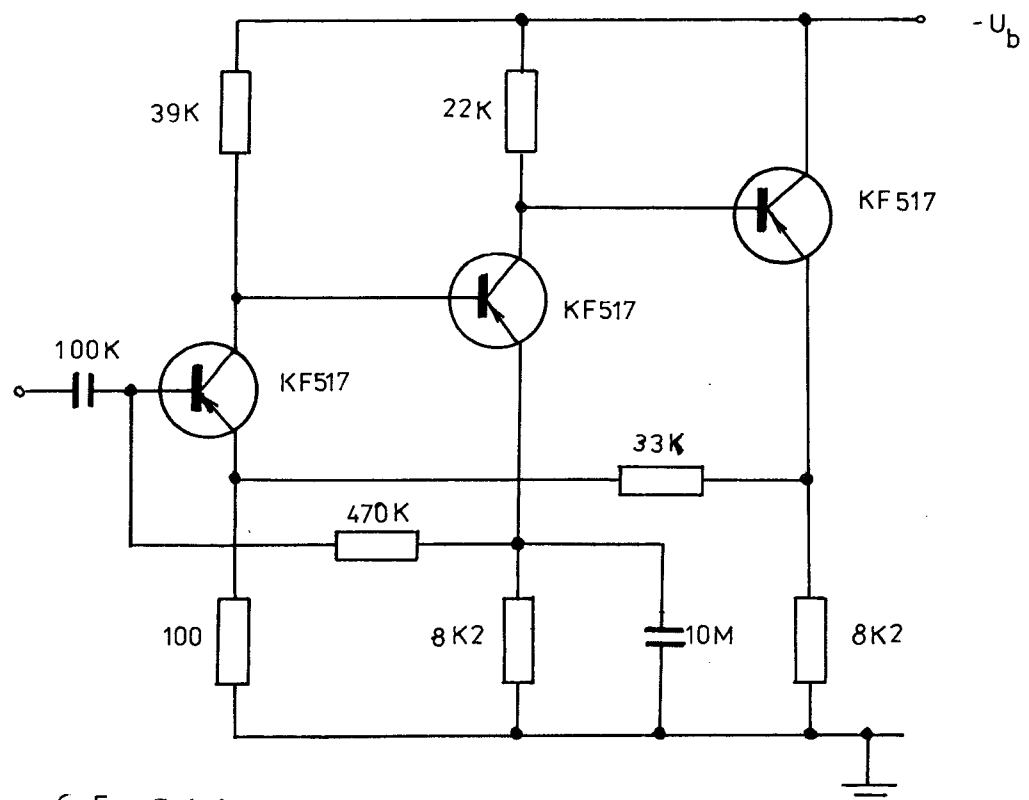
Obr. 6.2 Schéma zapojení nízkofrekvenčního předzesilovače

Indikátor

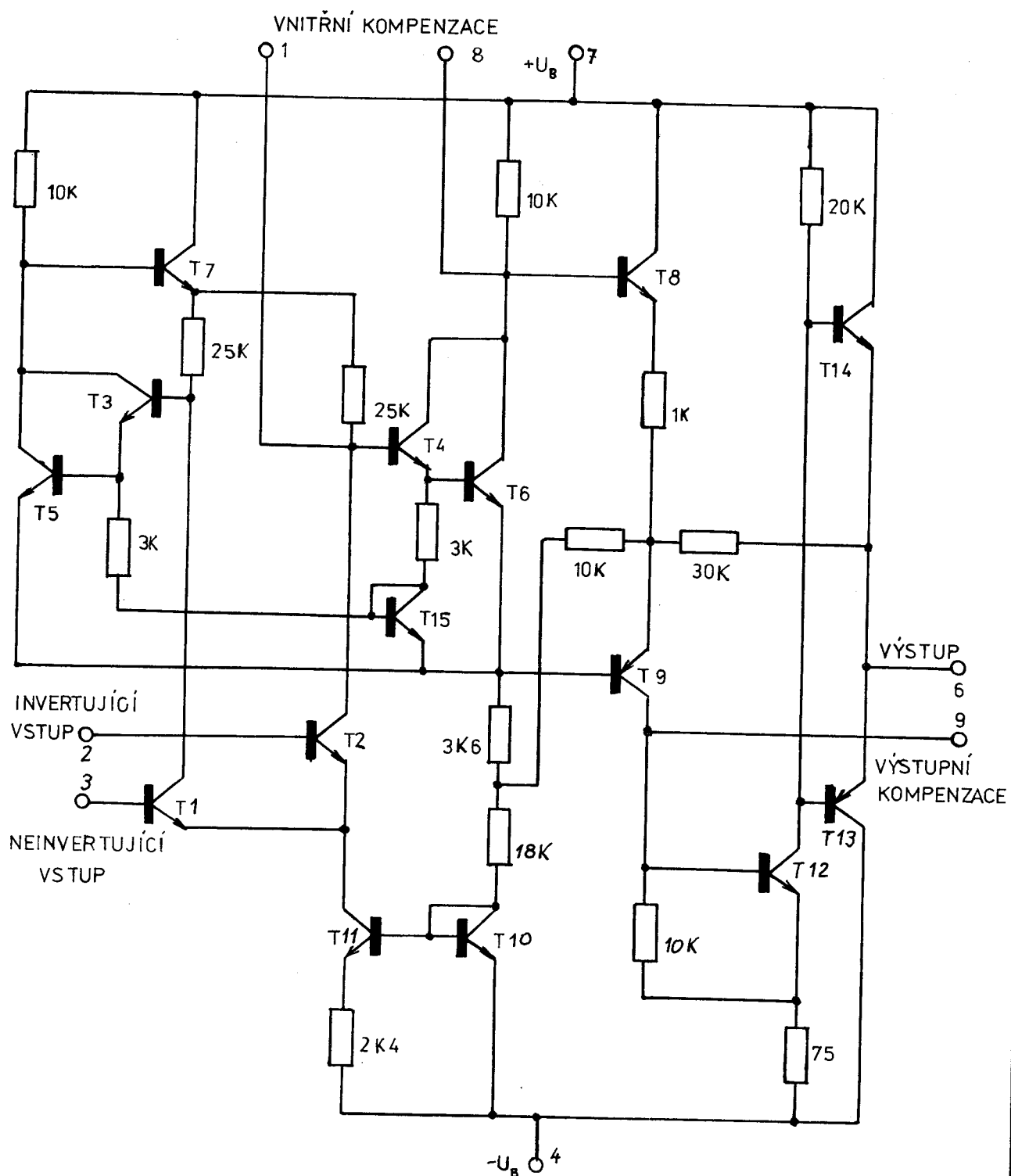
Výstupním členem vyhodnocovacího zařízení je indikátor, jehož schéma zapojení je uvedeno na obr. 6.6. Jde v podstatě o jednocestný usměrňovač, na jehož výstup je připojen mikroampérmetr. Selektivní zesilovač, koncový zesilovač a indikátor jsou konstrukčně uspořádány na společné destičce,



Obr. 6.3 Schéma zapojení selektivního zesilovače



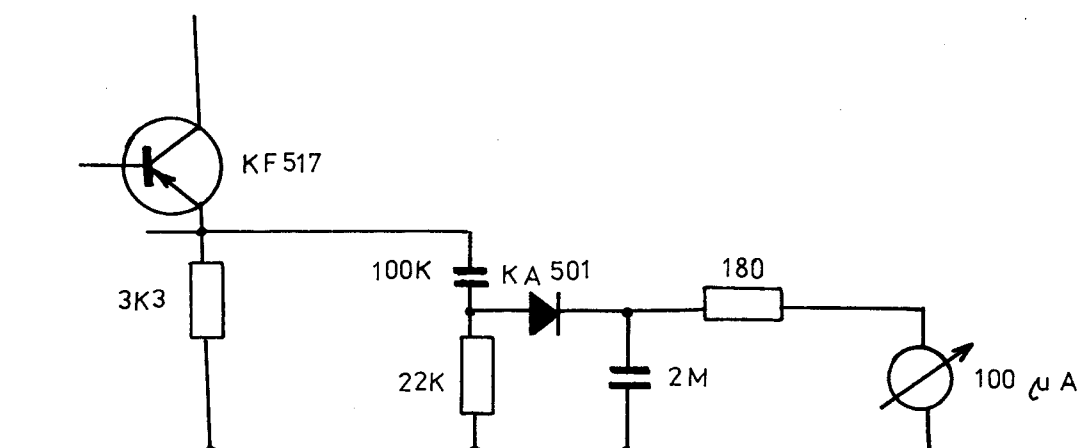
Obr. 6.5 Schéma zapojení koncového zesilovače



Obr. 6.4 Náhradní schéma zapojení integrovaného
operačního zesilovače MAA 502

VŠST Liberec	Bezkontaktní měření rychlosti pohybu příze	Milan Stejskal	
Fakulta strojní		K T S	list č. 40

nesoucí též plošné spoje.



Obr. 6.6 Schéma zapojení indikátoru

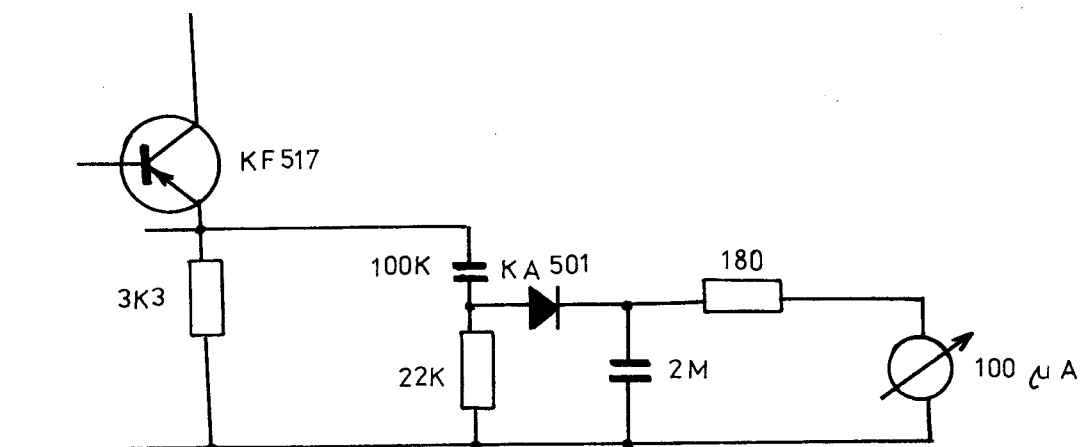
6.2. Experimentální část

6.2.1 Uvedení do chodu

Vyhodnocovací zařízení bylo připojeno na napájecí stejnosměrné napětí $U_{nap} = 13,5 \text{ V}$ a byl měřen odebíraný proud v nezatíženém stavu přístrojem DU - 10. Jelikož hodnota tohoto proudu činila řádově desítky mA a žádný z polovodičových prvků se neohříval, bylo předpokládáno, že zařízení je v normálním provozním stavu a bylo připojeno vstupní napětí. Jako zdroj vstupního napětí byl prozatím použit RC generátor Tesla EM 365 s proměnným výstupním na-

VŠST Liberec	Bezkontaktní měření rychlosti pohybu příze	Milan Stejskal	
Fakulta strojní		K T S	list č. 41

nesoucí též plošné spoje.

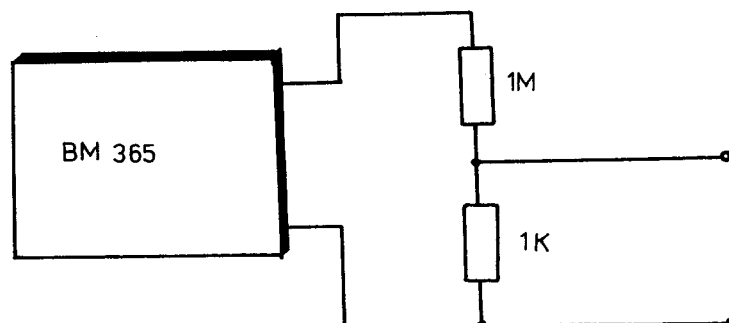


Obr. 6.6 Schéma zapojení indikátoru

6.2. Experimentální část

6.2.1 Uvedení do chodu

Vyhodnocovací zařízení bylo připojeno na napájecí stejnosměrné napětí $U_{\text{nap}} = 13,5 \text{ V}$ a byl měřen odebíraný proud v nezatíženém stavu přístrojem DU - 10. Jelikož hodnota tohoto proudu činila řádově desítky mA a žádný z polovodičových prvků se neohříval, bylo předpokládáno, že zařízení je v normálním provozním stavu a bylo připojeno vstupní napětí. Jako zdroj vstupního napětí byl prozatím použit RC generátor Tesla BM 365 s proměnným výstupním napětím v rozmezí 1 mV až 10 V. Vzhledem k tomu, že vyhodnocovací zařízení bylo navrženo pro vstupní napětí $1 \mu\text{V}$, bylo nutno snížit výstupní napětí generátoru odporovým děličem s dělicím poměrem 1 : 1000 / obr. 6.7 /.



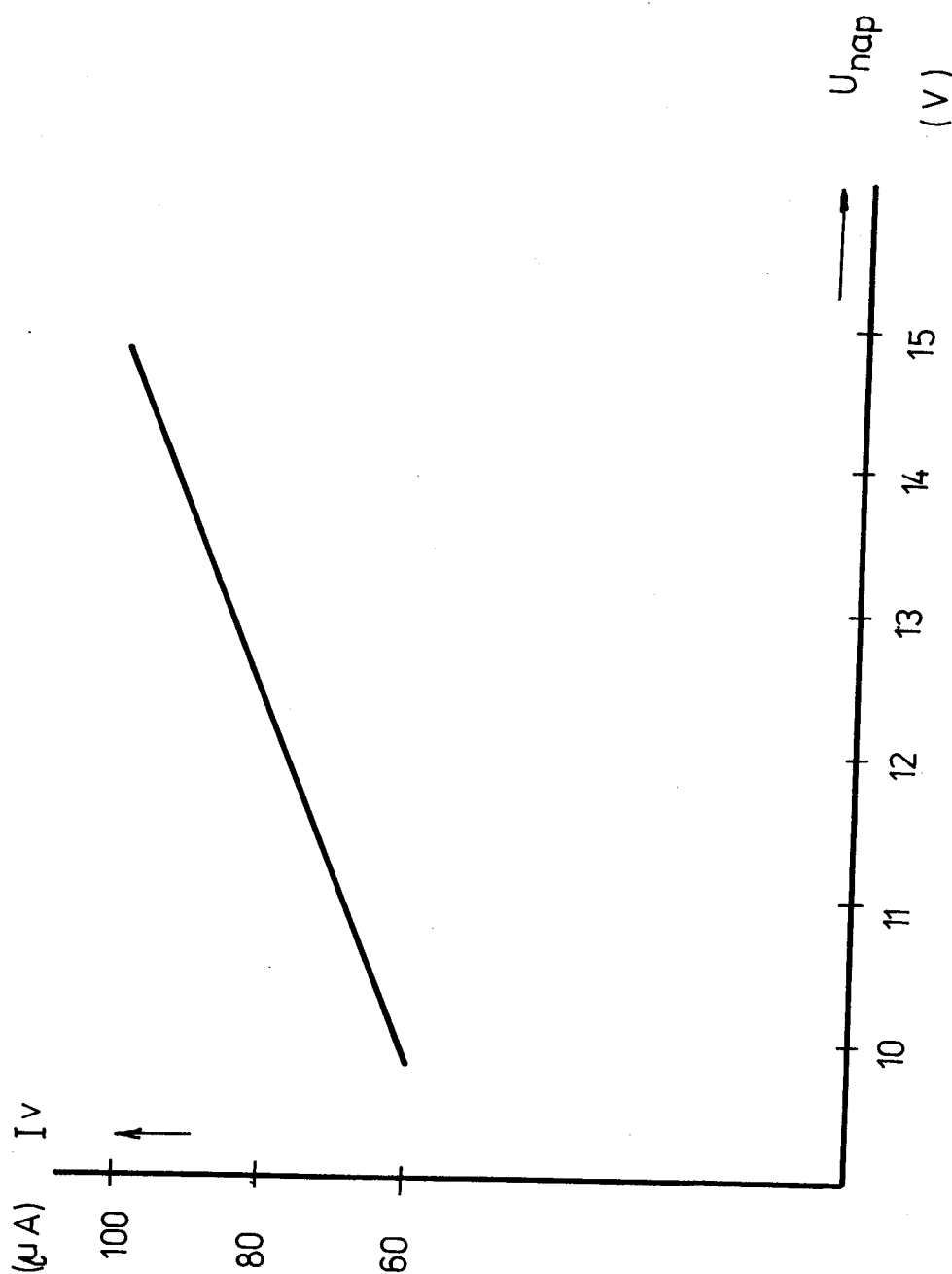
Obr. 6.7 Úprava výstupního napětí generátoru

6.2.2 Měření závislosti výstupního napětí na napájecím napětí

Celé zařízení bylo připojeno na vstup nf generátoru přes odporový dělič / obr. 6.7 /. Vstupní napětí se nastavilo na takovou hodnotu, kdy právě indikátor / měřidlo $100\mu\text{A}$ / ukázal plnou výchylku. Pomocným elektronkovým voltmetrem bylo zjištěno, že plné výchylce odpovídalo vstupní napětí $U_{\text{vst}} = 0,8\mu\text{V}$. Pak pomocí reostatu zapojeného do obvodu napájení jsme skokově měnili napájecí napětí po $0,2\text{V}$ od 15V do 11V . Teplota okolí byla udržována na konstantní velikosti $t = 24^\circ\text{C}$. Měřením jsme získali závislost U_{vst} na napájecím napětí. Naměřená závislost je, jak vyplývá z obr. 6.8 přibližně přímková.

6.2.3 Měření závislosti výstupního napětí na teplotě okolí

Před vlastním měřením bylo nutno celé zařízení umístit do termostatu typ U 10 VEB Prüfgeräte-Werk Medingen/Dresden. Teplota v termostatu je automaticky udržována pomocí elektric-



Obr. 6.8 Naměřená závislost proudu registrovaného
výstupním indikátorem na pomocném napá-
jecím napětí

kého obvodu s teploměrem vertex. Přesná teplota se odečítá na rtuťovém teploměru zaústěném rovněž v měřicím prostoru. Aby se zabránilo teplotnímu gradientu v měřicím prostoru a tím špatnému údaji teploměru, bylo třeba měření provádět vždy asi po 10 minutách, kdy se teplotní rozdíly uvnitř prostoru již vyrovnaly.

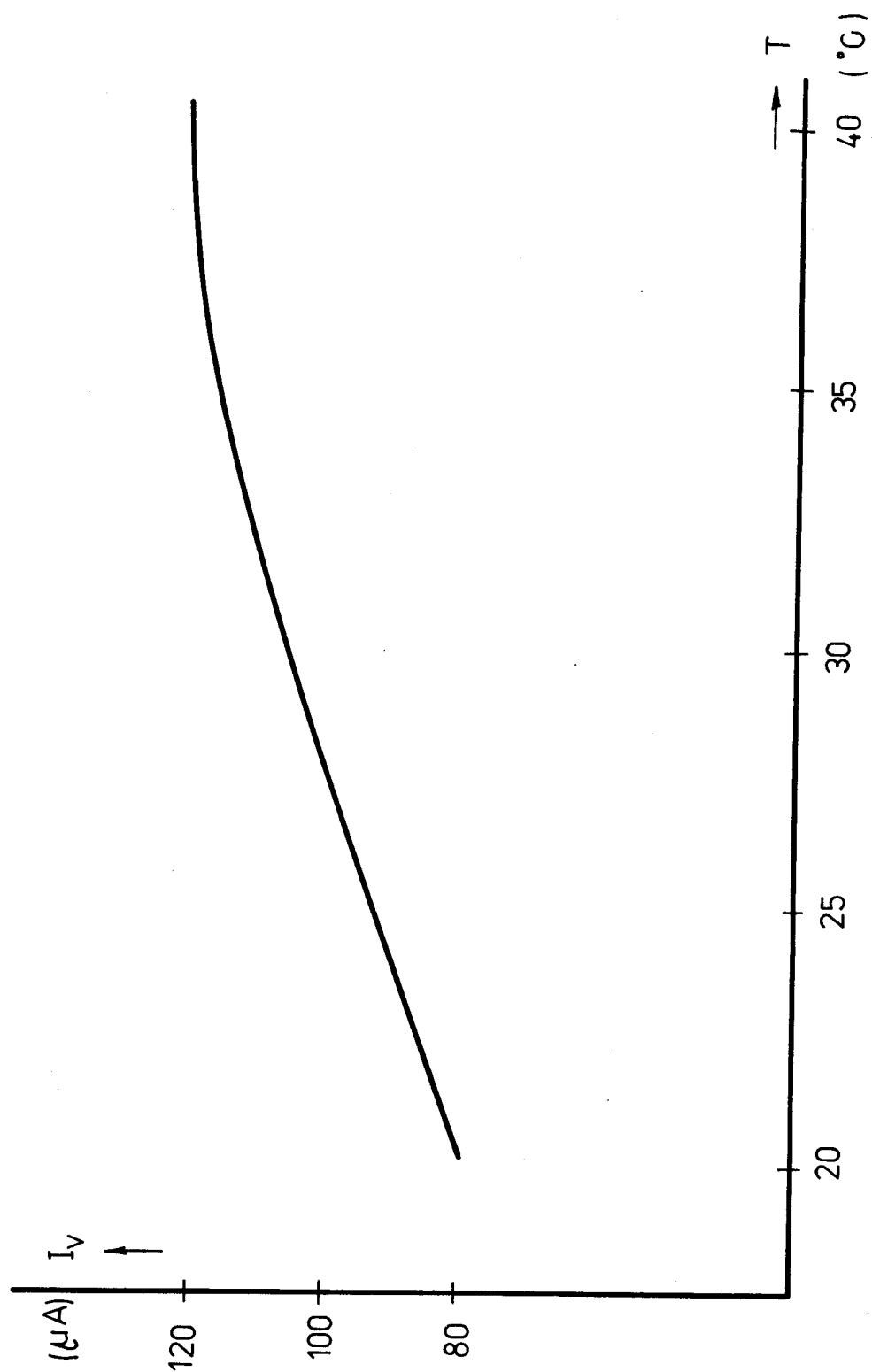
Pomocí vertexu jsme postupně nastavovali teplotu uvnitř termostatu od 20°C do 40°C po 1°C . Při konstantním vstupním napětí $U_{\text{VST}} = 0,44 \mu\text{V}$ a konstantním napájecím napětí $U_{\text{NAP}} = 13,5 \text{ V}$, jsme pro každou hodnotu teploty odečetli výstupní napětí. Výsledky měření jsme zanesli do grafu uvedeném na obr. 6.9. Z grafu je vidět, že hodnota výstupního napětí s teplotou roste.

6.2.4 Měření závislosti rezonančního kmitočtu na teplotě okolí

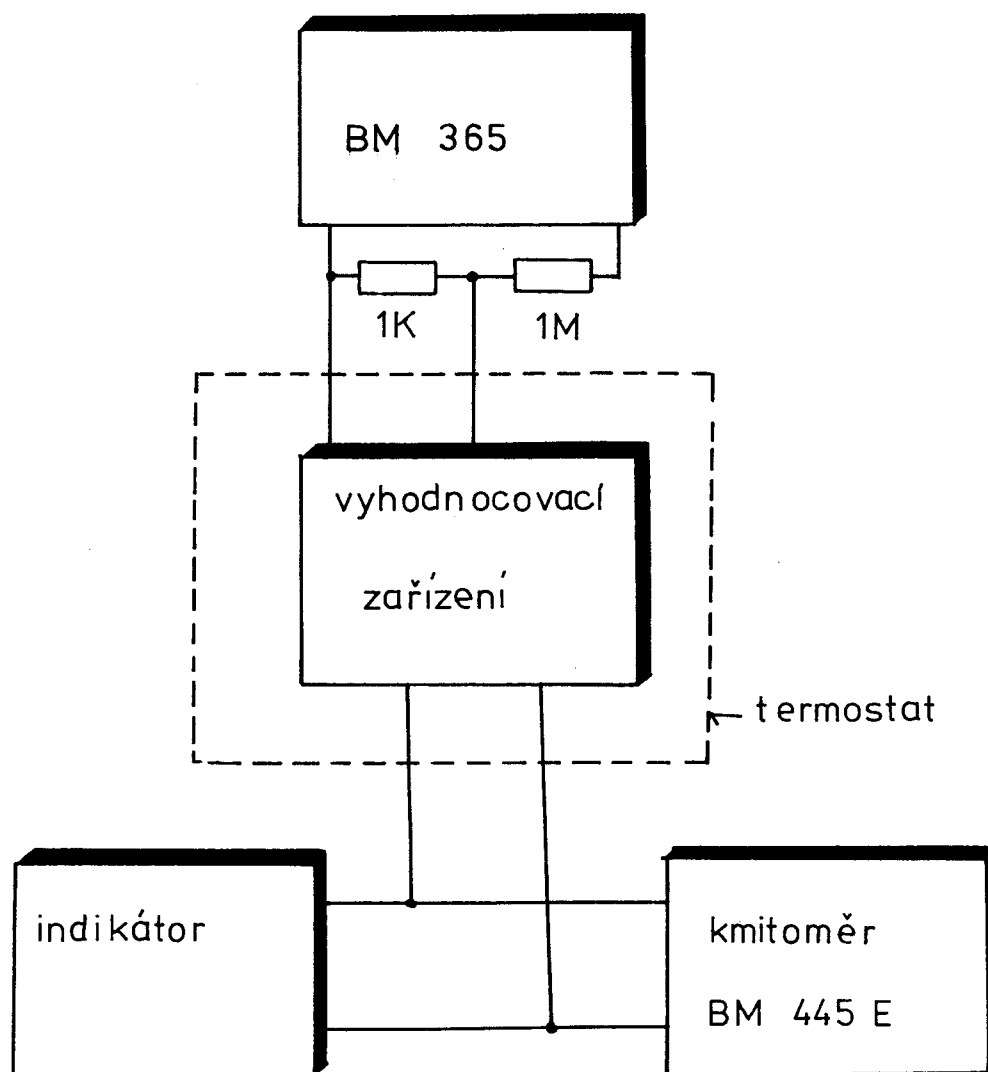
Vyhodnocovací zařízení jsme umístili do měřicího prostoru termostatu a měnili jsme teplotu uvnitř od 20°C do 40°C po 1°C , viz měření 6.2.3. Vstupní napětí jsme udržovali na konstantní hodnotě $U_{\text{VST}} = 0,44 \mu\text{V}$ a napájecí napětí na hodnotě $U_{\text{NAP}} = 13,5 \text{ V}$.

Na výstup selektivního zesilovače jsme připojili přímoukazující kmitočtoměr Tesla BM 445 E, viz obr. 6.10.

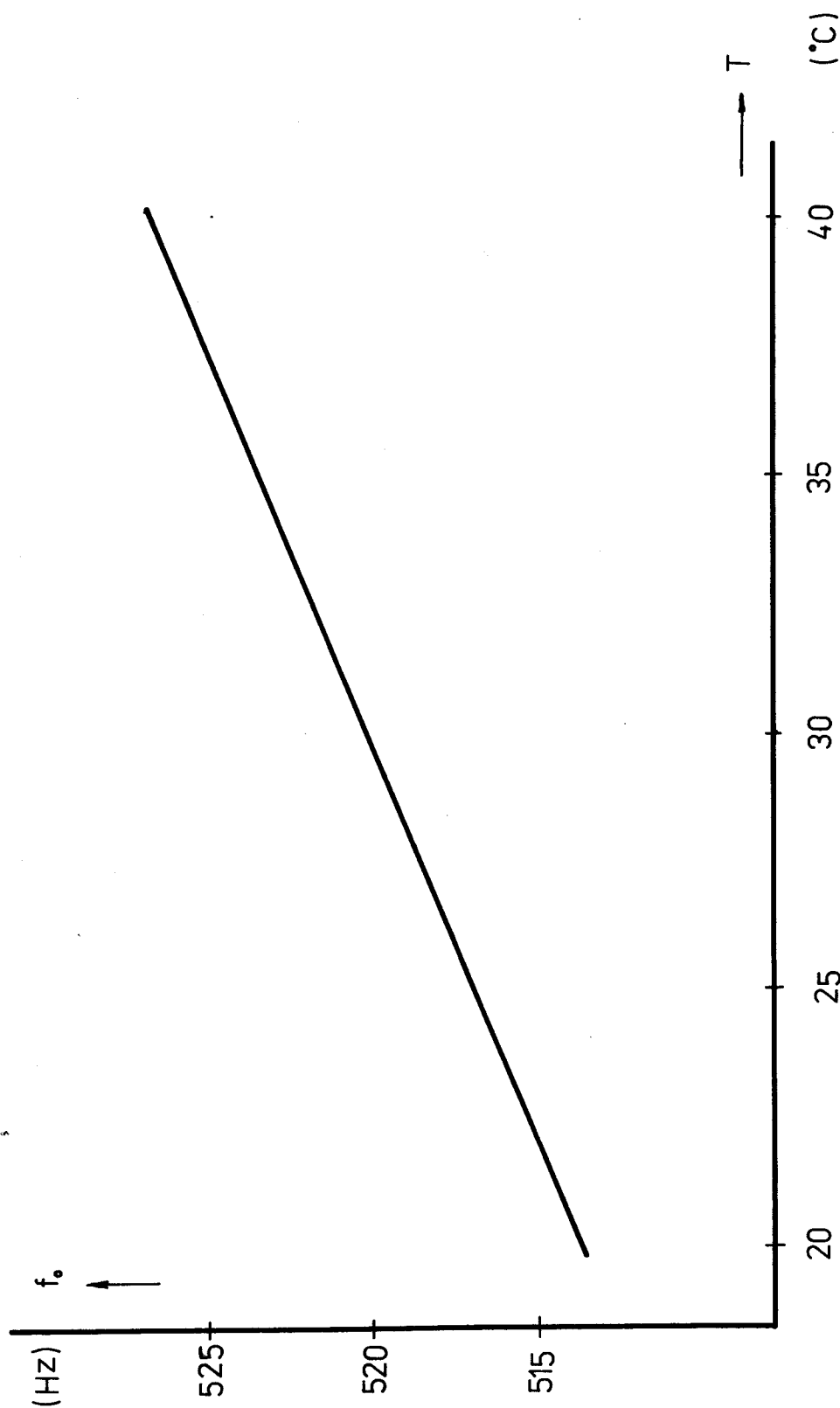
Pro každou hodnotu teploty jsme pomocí laditelného nf generátoru nastavili takovou frekvenci, aby výstupní napětí zesilovače bylo maximální / vrchol rezonanční křivky/. Přesnou frekvenci jsme odečetli na kmitoměru. Závislost rezonanční frekvence na teplotě jsme vynesli do grafu uvedeném na obr. 6.12.



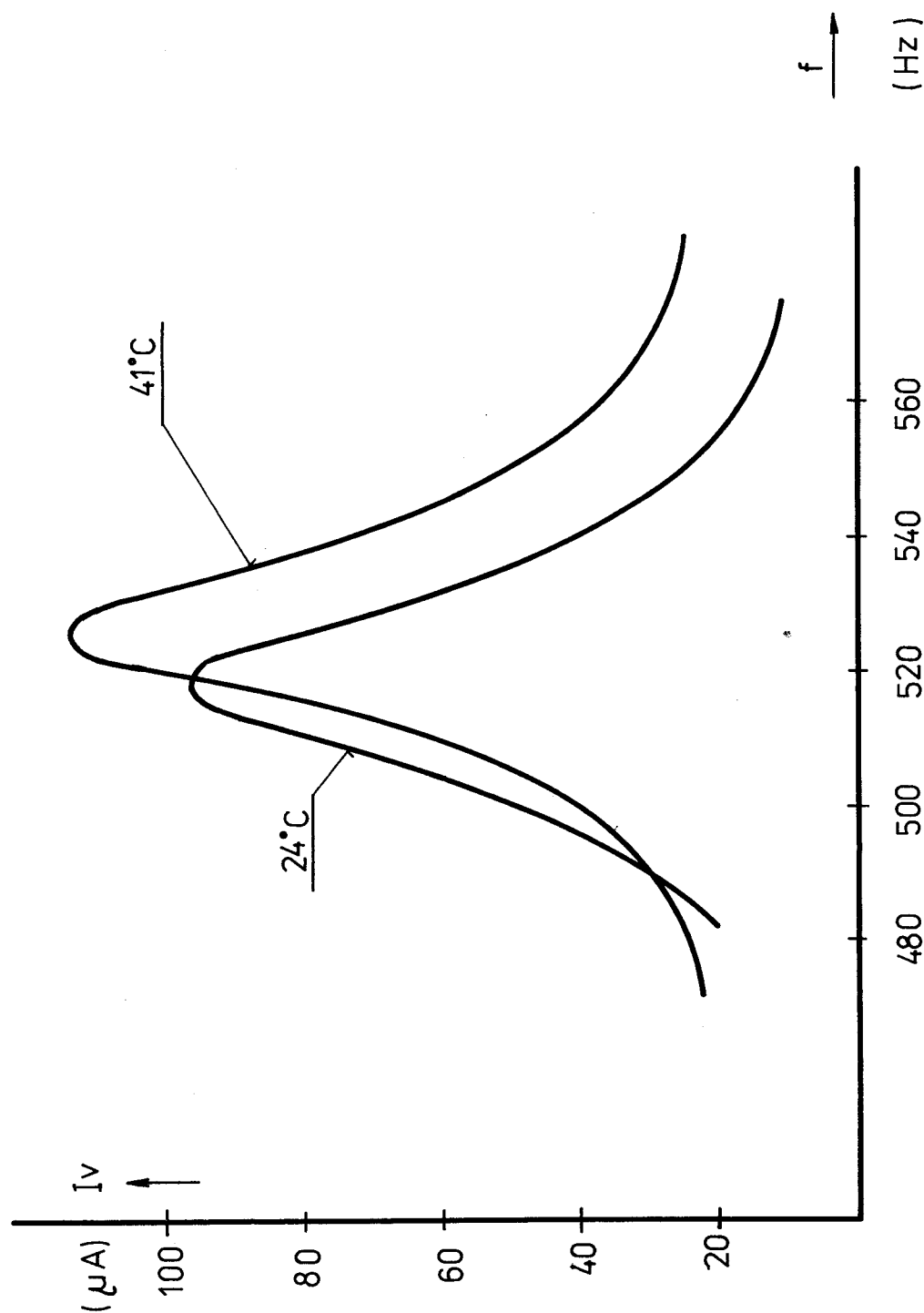
Obr. 6.9 Naměřená závislost proudu registrovaného výstupním indikátorem
na teplotě



Obr. 6.10 Blokové schéma zapojení při měření
frekvenční charakteristiky vyhodnocova-
cího zařízení pro indikaci elast. ná-
boje



Obr. 6.12 Teplotní závislost frekvenční charakteristiky vyhodnocovacího zařízení, vyjádřená jako závislost kmitočtu odpovídajícího maximální výchylce indikátoru na teplotě



Obr. 6.11 Frekvenční charakteristiky vyhodnocovacího zařízení vyjádřené jako závislost proudu registrovaného výstupním měřidlem na kmitočtu. Závislost byla změřena pro dvě teploty.

Tato závislost je přibližně přímková. Změna frekvence je způsobena změnami hodnot odporů a kapacit dvojitého T článku.

6.2.5 Proměření frekvenční charakteristiky zesilovače

U zařízení umístěného v termostatu jsme nastavili konstantní teplotu $t = 20$ / resp. $41/^{\circ}\text{C}$. Vstupní a napájecí napětí byla udržována na konstantních hodnotách $U_{\text{vst}} = \text{konst} = 0,44 \mu\text{V}$ a $U_{\text{nap}} = 13,5 \text{ V}$. Zapojení přístrojů bylo shodné s obr. 6.10. Laditelným nf generátorem jsme měnili kmitočet od 470 Hz do 570 Hz po 5 Hz a měřili přitom výstupní napětí. Takto získané hodnoty jsme zanesli do grafu uvedeného na obr. 6.11.

6.2.6 Konstrukční uspořádání a poznatky při praktických zkouškách.

Jak již bylo uvedeno, předzesilovač byl umístěn co nejblíže snímači elektrostatického náboje a stíněn proti vlivu rušivých napětí / obr. 5.2 /.

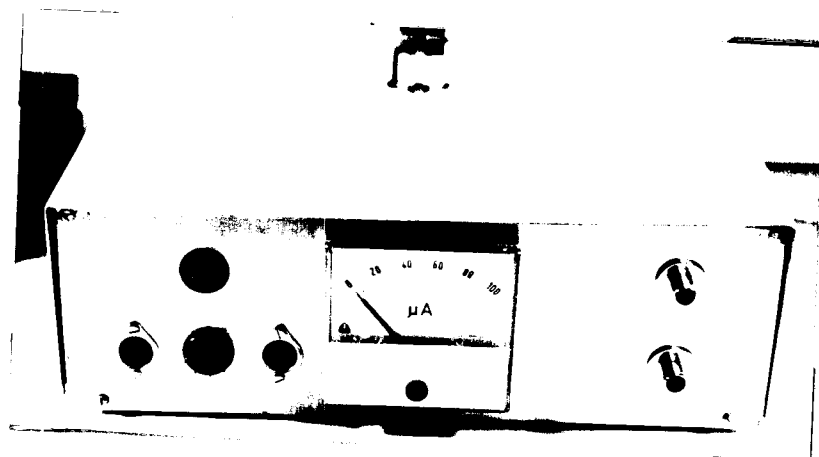
Selektivní zesilovač, koncový zesilovač a indikátor byly umístěny společně se zdrojem ve společné skříňce / obr. 6.14 /. Propojení s předzesilovačem bylo provedeno dvěma koaxiálními kabely.

Schéma zapojení použitého zdroje je uvedeno na obr. 6.15.

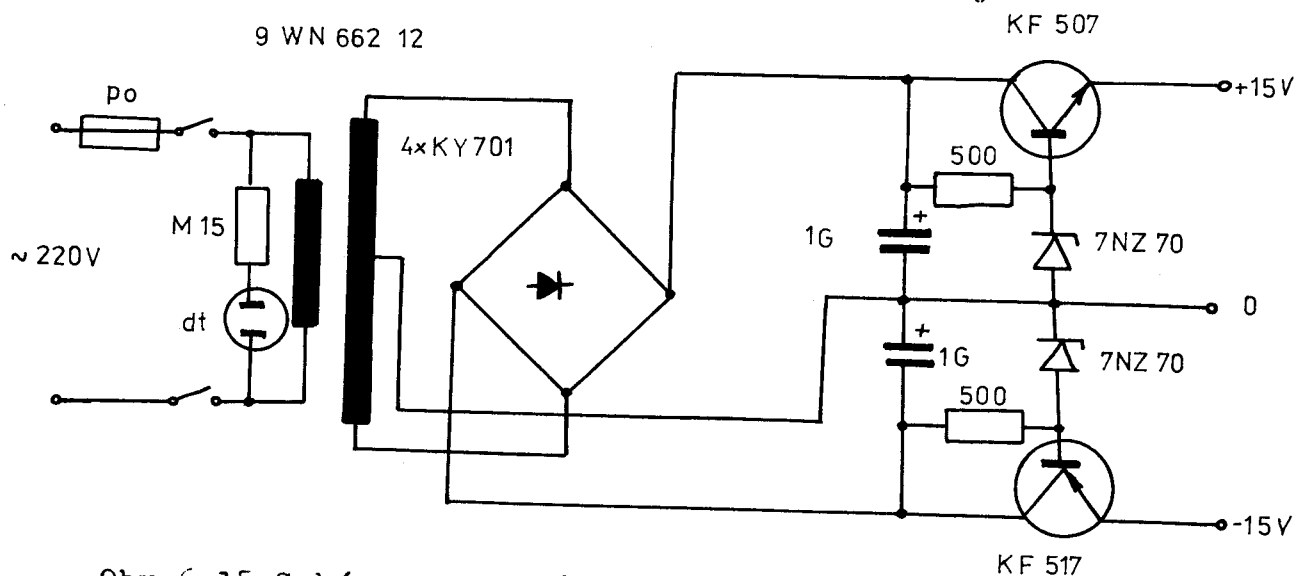
Z výsledků měření na vyhodnocovacím zařízení pro indikaci elektrostatického náboje uvedených pod 6.2.1 až 6.2.6 je možno udělat následující závěry :

- a/ selektivní vyhodnocovací obvod má požadovanou vstupní citlivost

- b/ selektivita vyhodnocovacího obvodu plně vyhovuje požadavkům
- c/ teplotní stabilita vyhodnocovacího obvodu a závislost parametrů na kolísání napájecího napětí jsou vyhovující



Obr.6.14 Konstrukční uspořádání vyhodnocovacího zařízení pro indikaci elektrostatického náboje

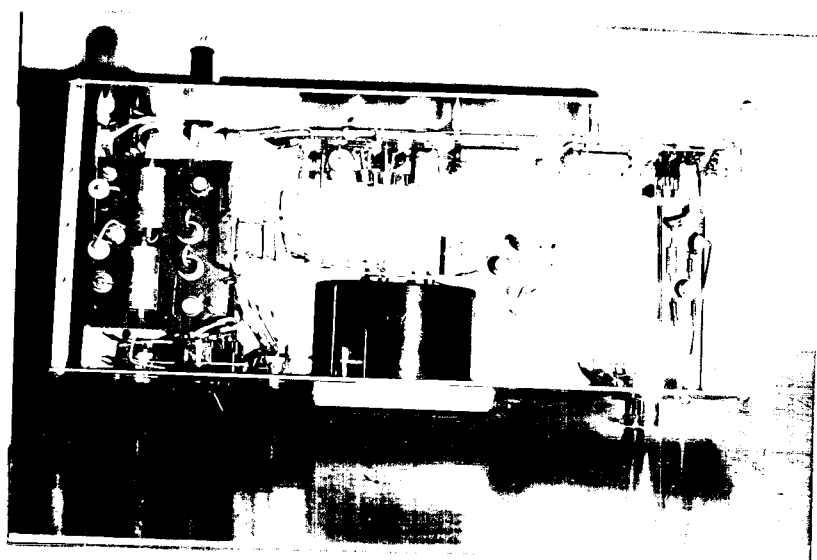


Obr.6.15 Schéma zapojení napájecího zdroje

V práci [9] bylo předpokládáno, že vstupní impedance předzesilovače je příliš nízká. Při praktickém experimentování se však ukázalo, že je vyhovující. Naopak bylo nutno ji ještě uměle snížit paralelním připo-

jením odporu ke vstupu. Nejvhodnější velikost tohoto odporu je v rozmezí 5 až 20 k Ω . Snížil se podstatně vliv rušivých napětí. Ve společné skřínce celého zařízení jsou umístěny rovněž konektory pro připojení vyhodnocovacího zařízení pro určení rychlosti pohybu příze / obr.6.14 /.

Vnitřní uspořádání celého zařízení je patrné z obr. 6.16.



Obr. 6.16 Vnitřní uspořádání vyhodnocovacího zařízení pro indikaci elast. náboje

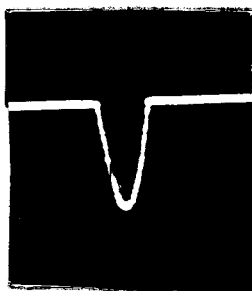
Časový průběh napětí sejmutého z výstupu vyhodnocovacího zařízení ukazují obr. 6.17 a 6.18.

Dle obr. 6.18 je vidět, že při indikaci velkého náboje dochází k silnému omezení půlvln sinusovky, což však pro naše účely nemá význam.

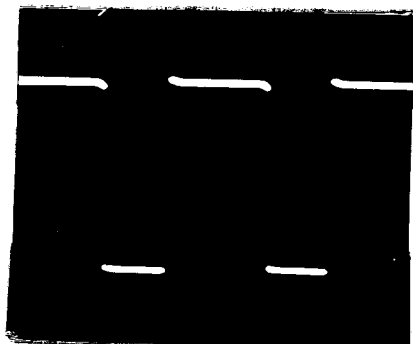
6.3. Blokování při značkovacím pulsu

Protože náběhová hrana značkovacího pulsu je značně strmá a obsahuje proto značné množství harmonických kmitů, docházelo při značkování k rušení vyhodnocovacího

zařízení pro indikaci elektrostatického náboje. Abychom tomuto rušení zabránili, navrhli jsme a prakticky odzkoušeli monostabilní klopný obvod, který nám toto zařízení v okamžiku značkování blokuje. Obvod, jehož schéma zapojení je na obr. 6.19, je navržen dle [5].



Obr.6.17 Časový průběh napětí na výstupu vyhodnocovacího zařízení při indikaci malého náboje

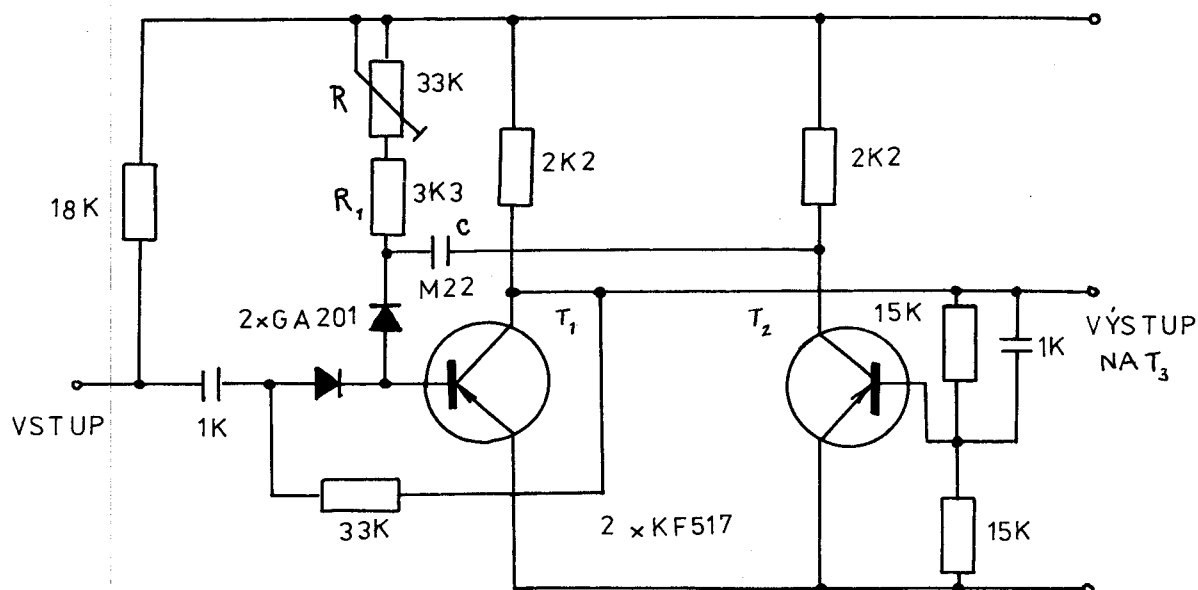


Obr.6.18 Časový průběh napětí na výstupu vyhodnocovacího zařízení při indikaci velkého náboje

Přivádíme-li na vstup E pulsy frekvence f odvozené ze značkovacího zařízení / obr.7.3 /, objeví se na bázi tranzistoru T_3 záporné pulsy stejné frekvence f , jejichž doba trvání je t_2 . Transistor T_3 je těmito pulsy otví-

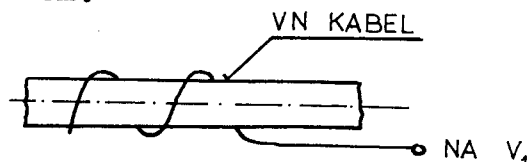
rá, čímž blokuje koncový zesilovač vyhodnocovacího zařízení pro indikaci elektrostatického náboje /obr.6.13 /.

Je-li doba trvání značkovacího pulsu t_1 , musí pro správnou činnost uvedeného zařízení platit, že čas t_2 je o něco málo delší než čas t_1 . Čas t_2 je určen časovou konstantou $(R+R_1)C$ a lze ho měnit v rozmezí 0,508 až 5,59 msec, nastavením potenciometrického trimru R . Délka trvání značkovacího pulsu (čas t_1) byla uvedena v kapitole 4.2.

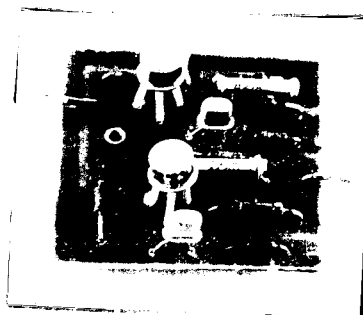


Obr. 6.19 Schéma zapojení monostabilního klopného obvodu

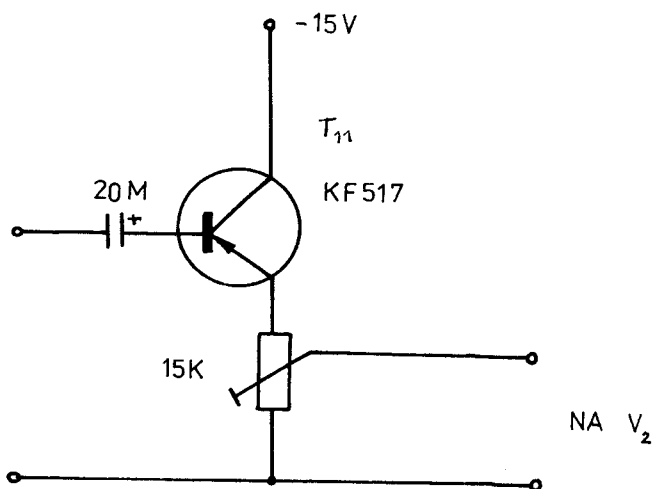
z obr.7.2. Bistabilní klopný obvod spolehlivě pracuje již při amplitudě překlápěcích pulsů 1,4 V. Spouštěcí puls ze značkovacího zařízení byl odvozen od vysokonapětového kabelu, stačilo na něm udělat několik závitů izolovaným drátem.



Obr.7.3 Odvození spouštěcího pulsu



Obr.7.2 Konstrukční řešení bistabilního klopného obvodu Vstup V_1 byl k vyhodnocovacímu zařízení pro indikaci elektrostatického náboje připojen přes emitorový sledovač / obr.7.4 /.



Obr.7.4 Emitorový sledovač zařazený na vstupu V_1 bistabilního klopného obvodu

7.2 Možné druhy vyhodnocování

Jelikož na výstupu A bistabilního klopného obvodu dostáváme pulsy jejichž délka trvání je přímo úměrná času průchodu značky mezi místy A a B / obr.3.1 /, můžeme přímo na výstup A připojit ručkový měřicí přístroj. Měřený čas, případně měřenou rychlost, je možno přímo odečítat na speciálně cejchované stupnici.

Jiná možnost vyhodnocování se nabízí při použití čítače BM 445 E. Čítač BM 445 E výrobek n.p. Tesla, umožňuje mimo jiné i měření šířky impulsů [13]. Stačí na výstup A připojit čítač, který nám přímo ukáže dobu nutnou k průchodu značky mezi značkovacím zařízením a snímačem elektrostatického náboje. Tento způsob vyhodnocování má tu výhodu, že můžeme k čítači připojit tiskací zařízení / Tesla BP 4450 / a tím vyhodnocování provádět zcela automaticky s číselným záznamem.

VŠST Liberec	Bezkontaktní měření	Milan Stejskal	
Fakulta strojní	rychlosti pohybu příze	K T S	list č. 57

8. ZÁVĚR

V práci jsou popsány výsledky studia zaměřeného na možnost měření rychlosti pohybu příze pomocí elektrostatických značek.

V úvodní kapitole jsou rozebrány dosud používané způsoby měření rychlosti, poukazuje se zde na výhody metody elektrostatických značek. Aby tato metoda byla realizovatelná, bylo nutno změřit dobu relaxace zpolarizované příze u různých textilních materiálů. Tyto hodnoty nejsou v literatuře uváděny a bylo by výhodné uváděnou tabulku v budoucnu dále rozpracovat za přesných specifických podmínek. Zvláště zajímavé by bylo srovnání přízí ze stejného materiálu ale různých čísel metrických, vliv vlhkosti, vliv délky staplu, vliv velikosti polarizačního napětí atd. Můžeme však říci, že doba relaxace u námi namátkou vybraných přízí byla vždy delší než asi 0,5 sec, což pro praktické měření zdaleka postačuje.

V další kapitole je popsáno značkovací zařízení, tedy impulsní zdroj vysokého napětí, jsou zde vypsány i jiné možnosti získání pulsu. V tom případě, že by se naskytl požadavek měřit délku příze prošlou určitým zařízením, bylo by možno značkovací zařízení upravit tak, aby další impuls byl spuštěn až tehdy, prošel-li předchozí impuls snímačem elektrostatického náboje. Tato úprava je jednoduchá a spočívá pouze v tom, že se na řídící elektrodu tyristoru přivede spouštěcí puls odvozený od vyhodnocovacího zařízení pro

indikaci elektrostatického náboje. Při známé vzdálenosti desek značkovacího zařízení a snímače elstat. náboje, je délka příze prošlá zařízením rovna součinu této vzdálenosti a počtu přijatých pulsů.

V další kapitole je popsán snímač elektrostatického náboje. Je zde naznačeno konstrukční řešení, které se pro svoji jednoduchost a lacinost osvědčilo.

Vyhodnocovací zařízení pro indikaci elstat. náboje popsané v další kapitole je zřejmě stěžejním zařízením celé soupravy pro určení rychlosti pohybu příze, proto tomuto zařízení byla věnována největší pozornost. Proměřovali jsme závislosti výstupního napětí na napájecím napětí a na teplotě, proměřovali jsme závislost rezonančního kmotočtu na teplotě a frekvenční charakteristiky při dvou teplotách. Z výsledků měření bylo možno usoudit, že zařízení vyhovuje účelům které má plnit.

V této kapitole je popsáno i blokování vyhodnocovacího zařízení pro indikaci elstat. náboje nutné zvláště v tom případě, zmenší-li se vzdálenost mezi značkovacími deskami a deskami snímače elstat. náboje, což je výhodné zvláště při měření velkých rychle se měnících rychlostí.

Vyhodnocovací zařízení pro určení rychlosti pohybu příze popsané v další kapitole, je v podstatě bistabilní klopný obvod. Zde jsme museli vyřešit problém vhodného nastavení velikosti spouštěcích pulsů, aby se neuplatnil vliv šumu vyhodnocovacího zařízení pro indikaci elstat. náboje.

Byly postaveny veškeré bloky popsaných zařízení a jejich součinnost byla zkoušena na bavlněné přízi. Ukázalo

se, že princip metody měření rychlosti pohybu příze pomocí elektrostatických značek je realizovatelný.

Závěrem bych chtěl poděkovat svému konsultantovi
Doc. Ing. Jiřímu Zelenkovi CSc. a všem pracovníkům
katedry elektrotechniky VŠST Liberec za pomoc, kterou mi
při vypracovávání diplomové práce poskytli.

Milan Stejskal

VŠST Liberec Fakulta strojní	Bezkontaktní měření rychlosti pohybu příze	Milan Stejskal	
		K T S	list č. 60

9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Šmajstrla, V.: Korelační metody měření rychlosti vlákn; Textilní strojírenství č. 30.
- [2] Šmajstrla, V.: Měření rychlosti vlákna korelační metodou; Automatizace XV. (1972).
- [3] Škop, P.: Měření délek při soukání na automatických soukacích strojích; Diplomová práce VŠST Liberec (1975).
- [4] Kadlec, F.: Bezdotyková měření pohybujících se těles a přízí v textilním průmyslu; Zpráva fakultního úkolu č. 229, VŠST Liberec.
- [5] Čermák, J.: Tranzistorová technika; SNTL Praha (1967)
- [6] Gupkin, A. N. ; Mitronina, V. S. ; Segienko, V. F. ; Subotin, M. I. ; Metody izmerenija zarjada elektretov; PTE (1959) č. 4.
- [7] Hasler, R.: Selektiver verstärker; Zpráva KEL, VŠST Liberec.
- [8] Tesla Rožnov: Příruční katalog; (1972).
- [9] Stejskal, M.: Vyhodnocovací zařízení pro měření malých elektrostatických nábojů; KEL VŠST Liberec (1974).
- [10] NSR Patent.: č. 1 535 086.
- [11] Reiners, W.: Francouzský patent č. 1 360 690.
- [12] Mráček, K.: Tyristorové zapalování; Amatérské radio č. 1 roč. 1971, str. 27 až 28.
- [13] Tesla BM 445.E: Návod k obsluze str. 35 až 37.