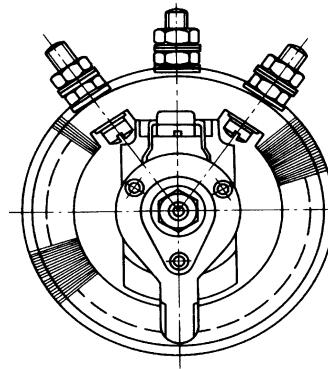
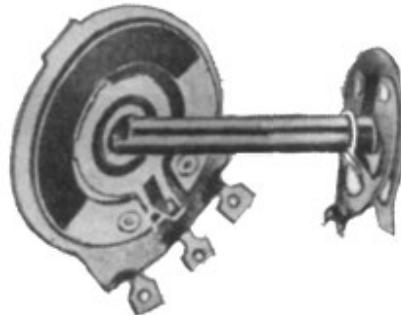
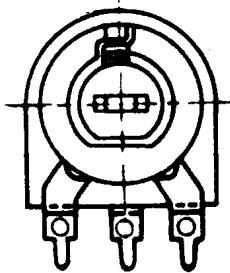


Proměnné rezistory

Potenciometry a odporové trimry

Konstrukce vychází z využití kontaktního sběrače, který je umístěn na odporové dráze a jehož polohu lze měnit. Nejjednodušší konstrukce znázorněna na obr.



Odpory vrstvové: odporová dráha je tvořena odporovou vrstvou - lakosazové, cermetové z vodivého plastu

Odpory drátové: odporová dráha tvořená odporovým drátem, který je navinutý na vhodný nosič

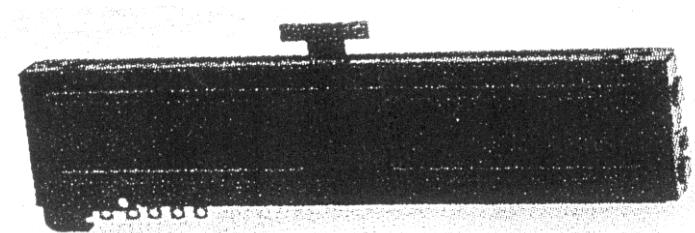
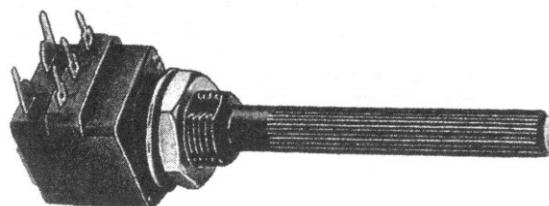
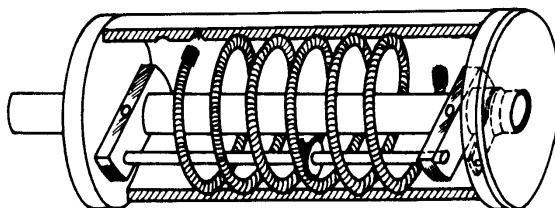
Pohyb běžce: lineární, otočný, šroubovicový

Potenciometry mají životnost mnoho cyklů, **trimry** – několik nastavení

Běžec klouže po odporové dráze. Kontakt musí mít malý přechodový odpor, nesmí způsobovat otěr dráhy. Zhotovují se z uhlíku, kovu, jejich směsi s vhodným pojivem.

Průběh odporové dráhy potenciometru je definován podle funkce, která popisuje závislost odporu R mezi začátkem odporové dráhy a běžcem potenciometru na úhlu natočení jeho běžce, eventuálně velikostí odchylky skutečné hodnoty odporu potenciometru od hodnoty odpovídající předepsanému průběhu.

Šroubovicové drátové potenciometry s velmi dlouhou odporovou dráhou, kterou běžec přejízdí během několika otáček hřídele potenciometru jsou vyráběny pro přesné nastavování nebo elektromechanické snímače.



ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI

jsou podobné jako u obyčejných odporů, navíc vlastnosti spjaté s funkcí běžce

Hodnota odporu - obvykle E6 nebo E12, u speciálních i jiné, meze u vrstvových 100Ω až $5M\Omega$, u drátových 1Ω až $100k\Omega$

Tolerance – u obyčejných 20 až 30 %, u speciálních i 0,3%

Průběh odporové dráhy – závislost zmeny odporu na pohybu běžce
lineární - N, A

lineární speciální – Ns

logaritmický G 50 dB, G 60dB, B

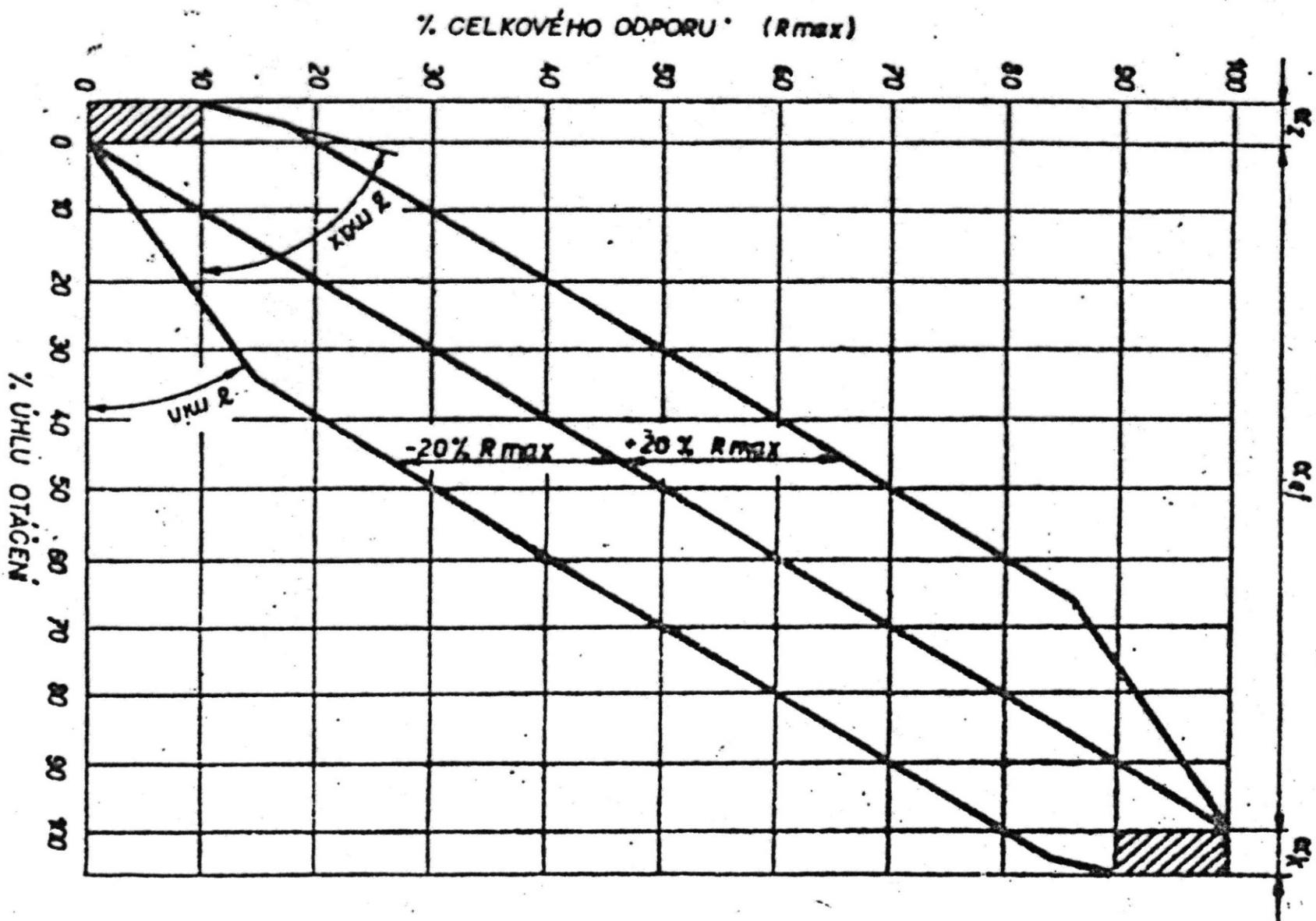
logaritmický s odbočkou Y

lineární s odbočkou F

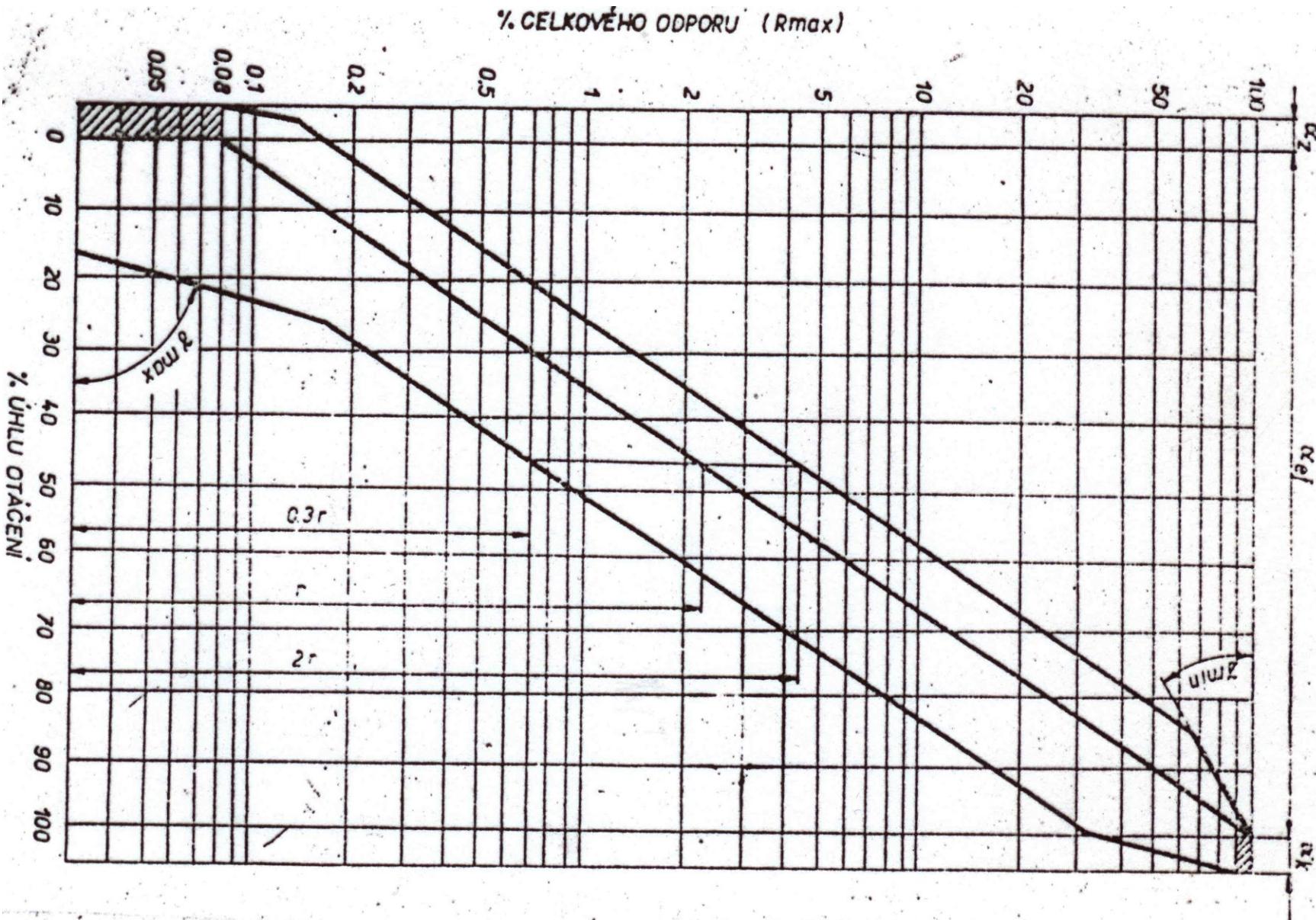
exponenciální E 50 dB, E 60 dB, C (komplementární k logaritmické)

Tolerance průběhu odporové dráhy – obvykle definována tolerančním polem,
někdy i 0,3 %, u tandemových potenciometrů i zaručovaný souběh drah 1 až 3 dB

LINEÁRNÍ DRÁHA

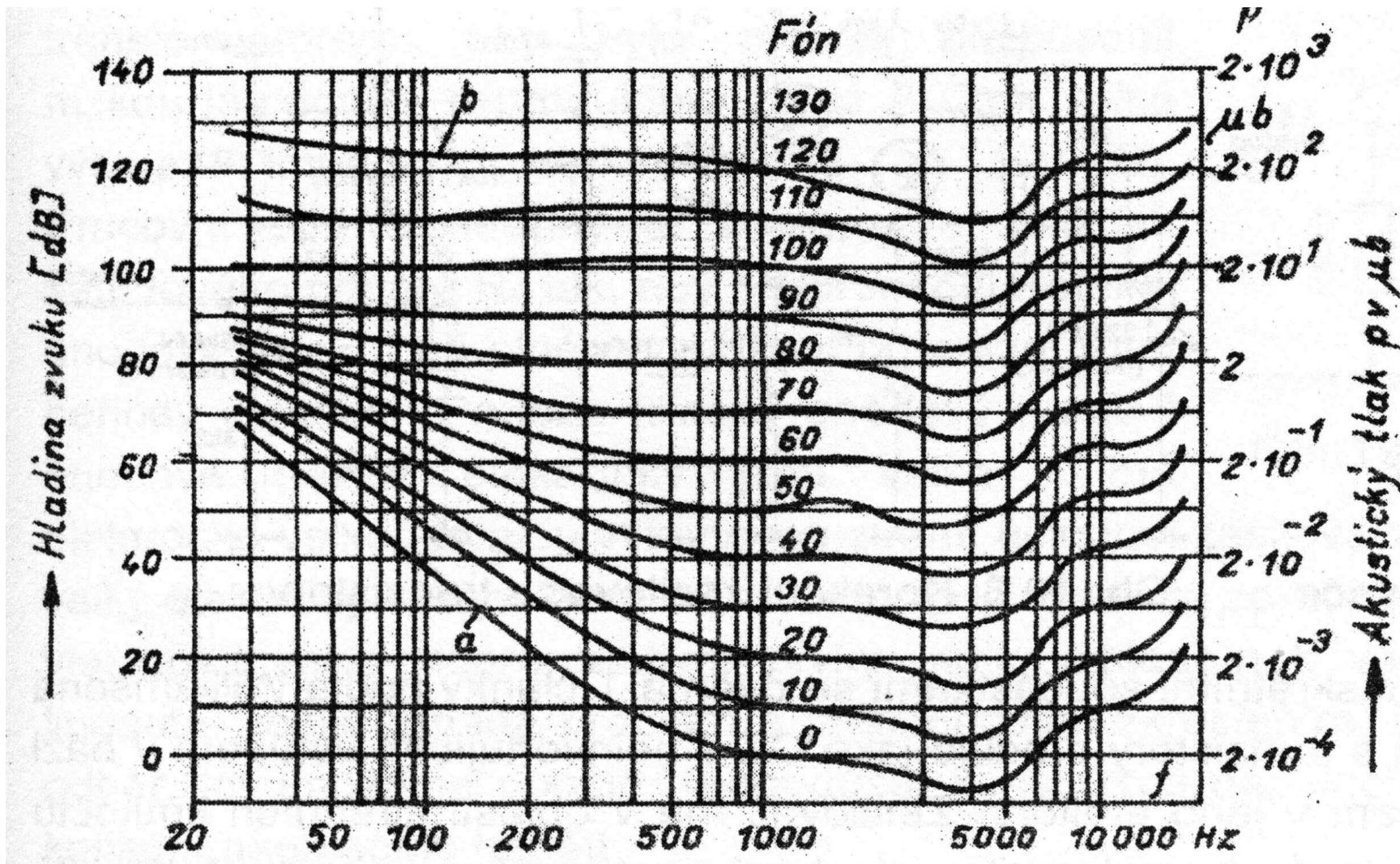


LOGARITMICKÁ DRÁHA

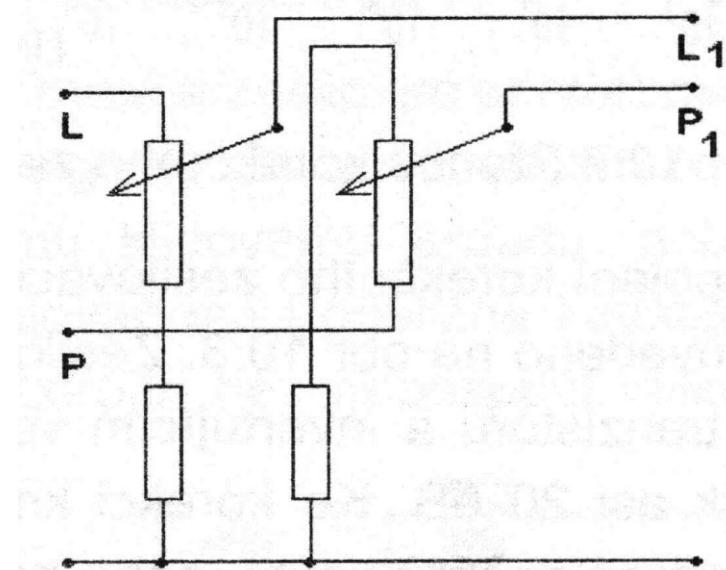
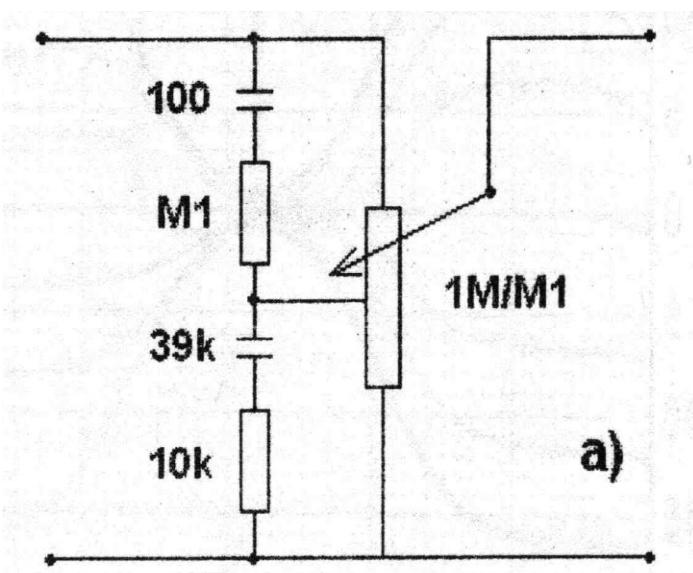


. logaritmický:

Křivky konstantní hlasitosti: citlivost ucha zasahuje oblast výkonů s rozsahem až 10^{12} . Logaritmická charakteristika zajišťuje přibližnou úměru mezi úhlem otočení (posuvem) a subjektivním vjemem hlasitosti

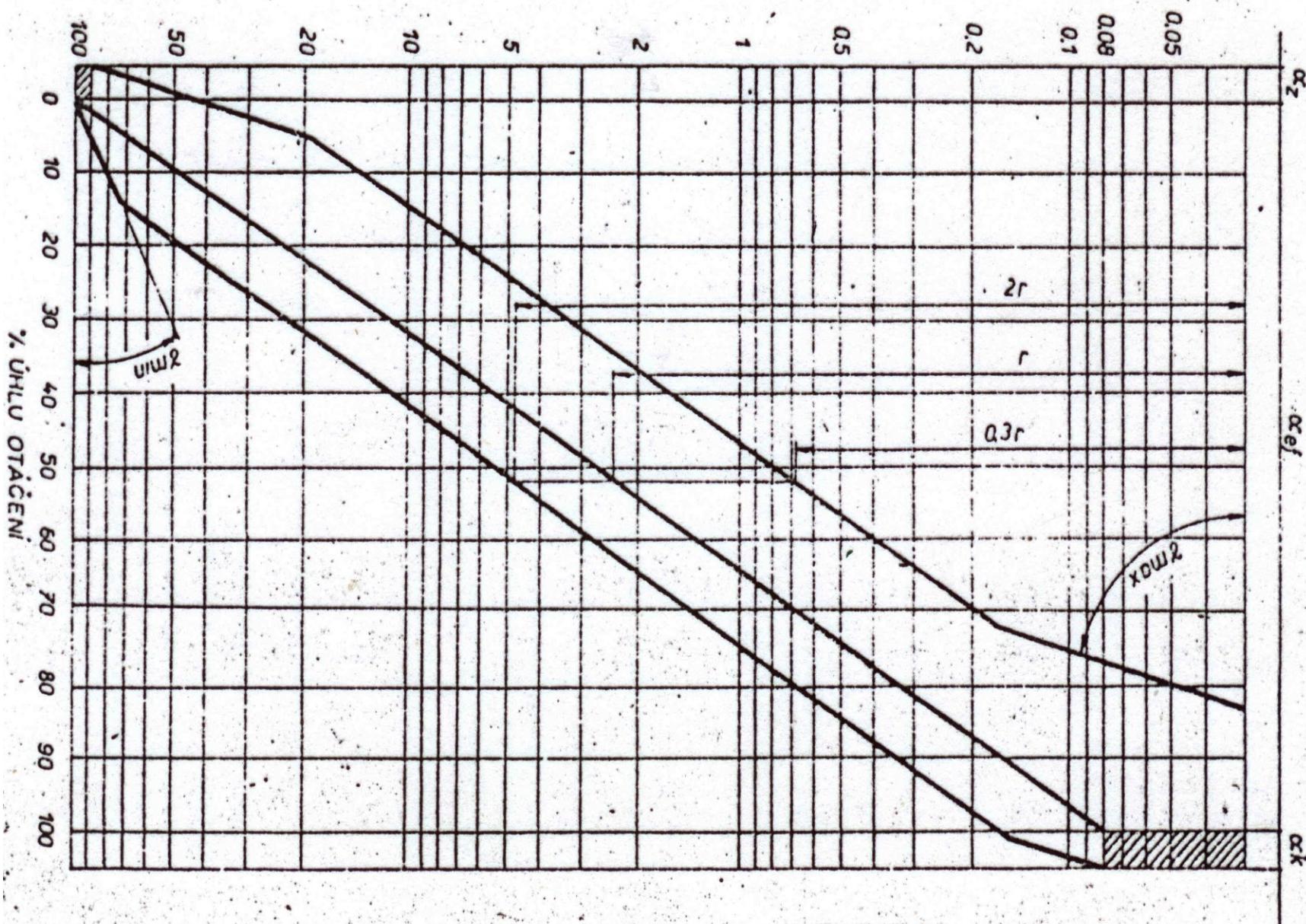


Odbočky se dělají kvůli fyziologické regulaci hlasitosti. Citlivost ucha vykazuje kmitočtovou závislost, zejména pro malé úrovně signálu. Pro velké úrovně je kmitočtová charakteristika přibližně rovná. Snížení úrovně signálu proto vypadá jako potlačení vysokých a nízkých kmitočtů. **Fyziologická regulace** je kompenzuje: pro nízké úrovně nízké a vysoké kmitočty zdůrazňuje.



EXPONENCIÁLNÍ DRÁHA

% CELKOVÉHO ODPORU (R_{max})



Dovolený ztrátový výkon – jako u odporů, podle chlazení

Maximální provozní napětí – na dráze mezi konci, mezi dráhou a armaturou

Maximální proud běžce - proud který smí procházet, aniž vzniká nebezpečí poškození dráhy v místě s velikou proudovou hustotou v oblasti kontaktu

Izolační odpor - mezi dráhou a armaturou

Šum – na dráze stejně jako u odporů, prostě způsoben ohmickým odporem a teplotou

Šelest potenciometru – rušivé napětí náhodného průběhu, které se vyskytuje na běžci

Kontaktní šelest vzniká při pohybu běžce po odporové dráze. Běžec se dotýká v izolovaných bodech. Část dráhy zkratuje a přepíná mezi body.

Proudový šelest vzniká při průchodu proudu běžcem, je projevem přechodového odporu. Potlačení: běžcem nemá procházet proud, zejména stejnosměrný

Hodnoty šelestu: 1 až 10 uV/V, menší u vrstvových lakových a plastových, větší u cermetových

MECHANICKÉ VLASTNOSTI

Úhel otáčení - u jednootáčkových potenciometrů využívá udporová dráha menší úhel otáčení než 360° . Víceotáčkové jsou konstruovány pro 2,5,10,20 otáček.

Moment síly pro otáčení hřídele – meze momentu, který je potřebný pro otáčení hřídele

Pevnost dorazu hřídele – otáčení hřídele omezují dorazy. Jejich pevnost rádově převyšuje moment, který je potřebný pro otáčení hřídele

Rychlosť pohybu sběrače – většinou maximální rychlosť, při které je zaručeno, že sběrač klouže po dráze a neodskakuje. Důležité zejména u potenciometrů, které nejsou ovládány rukou, ale nějakým mechanickým systémem

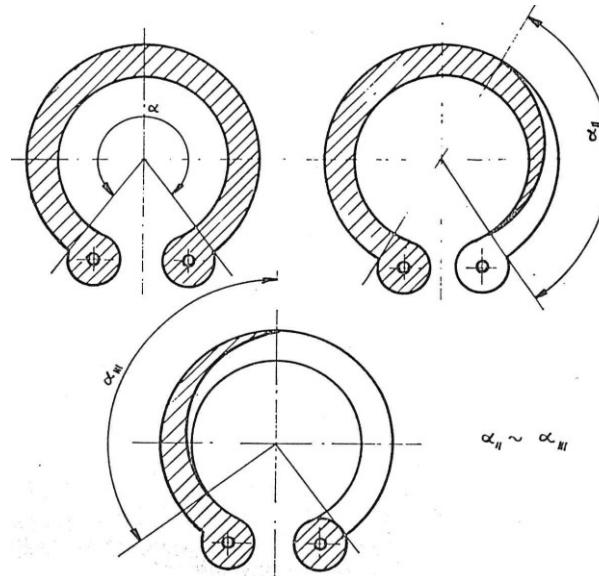
Životnost – počet pracovních cyklů pro otočení z jedné krajní polohy do druhé a při plném zatížení, které nevedou k vybočení z oblasti zaručovaných tolerancí parametrů

KONSTRUKCE A VÝROBA

Vrstvové s otáčivým pohybem běžce

Odporová dráha: kruhová na izolační podložce. Lakosazové - odporovou vrstvu tvoří LAK z odporového materiálu (saze, grafit) a syntetického vypalovacího laku (tereftalátový, silikonový), homogenizuje se v kulových mlýnech, nanáší se sítotiskem, stříkáním podle šablon na podložky z tvrzeného papíru. Vodivá zakončení dráhy se vytvářejí z vodivého Ag laku, drátové, plechové vývody se připojí nýty

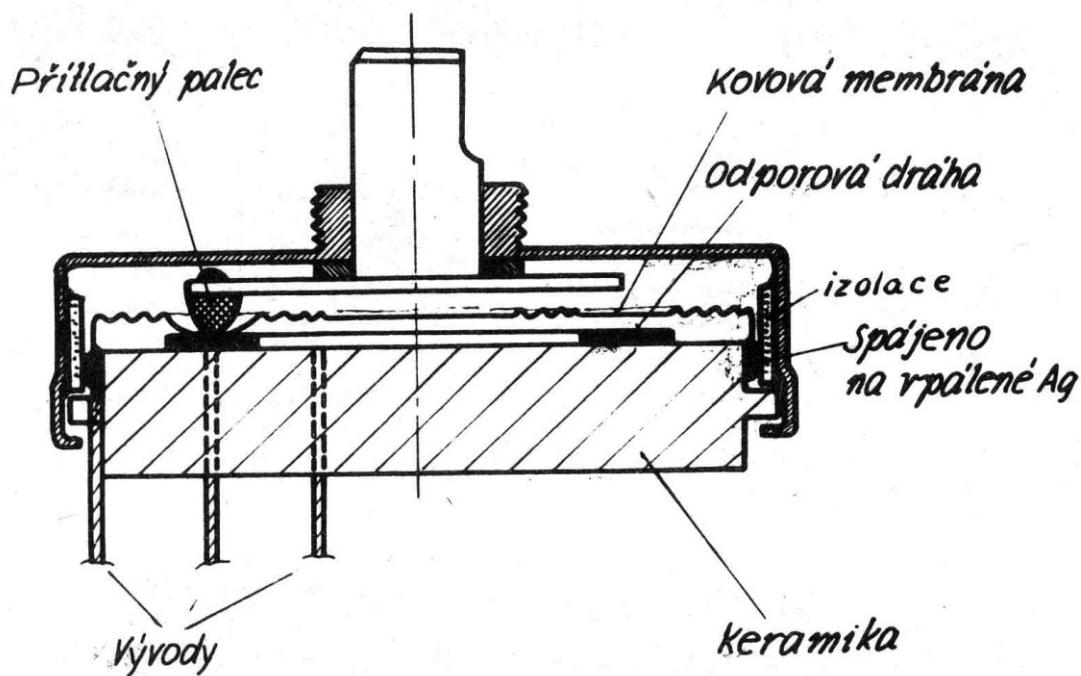
Nelineární průběhy se nanášejí postupně z několika vrstev různých tvarů a odporů, začíná se vrstvou s nejvyšším odporem



Cermetové odporové dráhy – odporovou vrstvu tvoří vypalovací pasta na keramické podložce. Vrstvy se vyrábí obvyklou tlustovrstvou technologií – sítotisk, výpal, nedělají se nelineární průběhy

Dráhy z vodivých plastů – dráha má velký průřez, netrpí tolík otěrem od běžce, dá se vyrobit s nelineárním průběhem

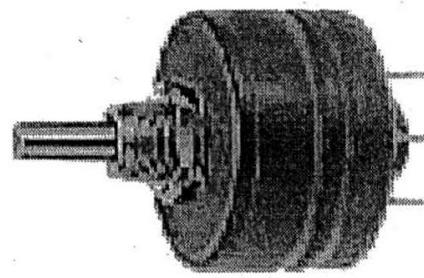
Běžec – mechanický kontakt z kovu, uhlíku Musí zajistit nízký přechodový odpor, nízký otěr dráhy. Nejběžnější provedení - pokovené fosforbronzové pero, uhlíkový sběrač. Možné je i provedení s přítlačnou fólií, vylučuje otěr dráhy



OMCP 30

- Widerstandswerte von $1\text{ k}\Omega$ bis $10\text{ k}\Omega$
- Standard-Linearität $\pm 1\%$
- Für den Einsatz in aggressiver Atmosphäre
- PCB-freies Öl
- Lebensdauer typisch 10×10^6 Achsbewegungen
- Vorzugstypen ab Lager lieferbar

Diese Potentiometer sind völlig gegen aggressive Stoffe sowie Feuchtigkeit geschützt. Die Ölfüllung hat außerdem eine wärmelableitende Funktion und reinigt von Abrieb. Das verwendete Leitplastikelement bietet höchste Auflösungswerte bei guter Linearität und langer Lebensdauer. Ein 10-Finger-Spezialschleifer garantiert sichere Kontaktgabe während der gesamten Lebensdauer.

**OMCP 30**

Elektrische Werte	OMCP 30
Lieferbare Widerstandswerte (Ω)	1k-2k-5k-10k*
Standard-Widerstandstoleranz	$\pm 10\%$
bestmögliche Toleranz	$\pm 3\%$
Standard-Linearitätstoleranz	± 1
bestmögliche Lin.-Toleranz	$\pm 0,5$
Belastbarkeit b. $+40^\circ\text{C}$ (0W b. 60°C)	0,75 W
elektrischer Drehbereich	$280^\circ \pm 5^\circ$
Auflösung	" ∞ "**
TK-Wert	$\pm 400 \text{ ppm/K}$
Isulationswiderstand	>1000 M Ω bei 1000 V DC
Kontaktrauschen	<100 Ω ENR

Material	
Gehäuse	hermetisch dichtes Metallgehäuse, ölfüllt
Achse	rostfreier Stahl, antimagn. in Gleitlagern
Montagekleinteile (im Lieferumf.)	Scheibe, Mutter
Anschlüsse	Lötösen verzinkt
Lagerung	Gleitlager

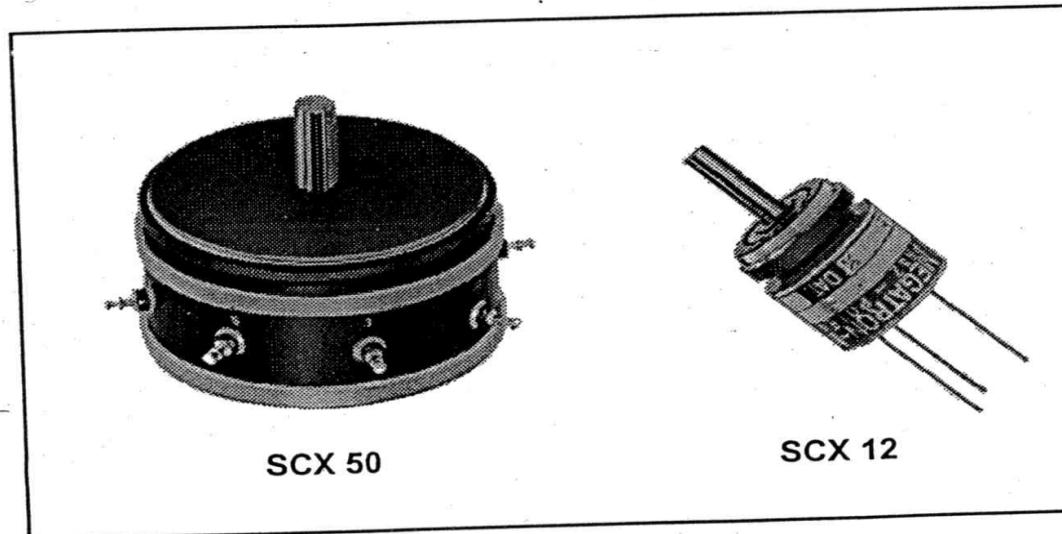
Mechanische Werte	OMCP 30
mechanischer Drehwinkel	360° ohne Anschläge
max. Betriebsdrehmoment	<3 Ncm
Anschlagfestigkeit (Ncm)	ohne Anschläge
max. Radialspiel der Achse (mm)	<0,1
Lebensdauer (Achsbewegungen)	10×10^6
Masse	ca. 50 g

Umgebungsbedingungen	
zulässige Betriebstemperatur	-30°C bis $+60^\circ\text{C}$
Durchschlagfestigkeit gegen Metallgehäuse	1200 V AC über 1 min
allgem. Umweltbedingungen	übertrifft MIL-R-12934, absolute Dichtigkeit

Leitplastik-Winkelsensoren

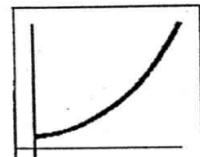
SCX 12 / SCX 22 / SCX 30 / SCX 50

- Standardfunktionen (sin/cos, 20db log, x^2 , $1/x$...) sowie "nach Maß" (sin/cos nicht bei SCX12)
- sin/cos mit bester Konformitätstoleranz von $\pm 0,25\%$
- Drehgeschwindigkeit bis 2000 U/min.
- Auflösung quasi unendlich
- Geringes Drehmoment

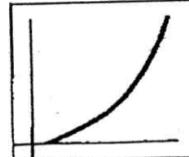


Mögliche Sonderfunktionen

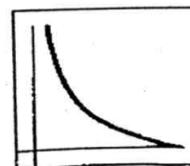
20db log



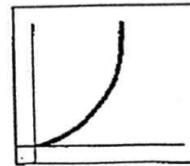
x^2



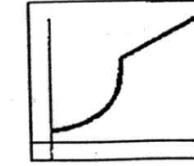
$1/x$



$\tan 75^\circ$



spezial



Konstrukční díly

Pouzdro potenciometru chrání systém potenciometru před vlivy okolí (prach), zajišťuje mechanickou stabilitu konstrukce

Hřidel – slouží k ovládání, obvykle pokovená ocel nebo mosaz, u velmi laciných plast. Tandemové potenciometry – jednou hřidelí se ovládají dva systémy

Uložení hřídele – ložiska, provedení záleží na předpokládané životnosti – kluzná, kuličková

Sběrač běžce- třecí kontakt zajišťující vodivé propojení běžce a jeho vývodu

Vývody potenciometru – připojení do obvodu pájením - oka, kolíky do plošných spojů

Upevnovací armatura – zajišťuje mechanické upevnění potenciometru, nejčastěji centrální maticí, proti otáčení se zabezpečuje klíčem, ozubenou podložkou

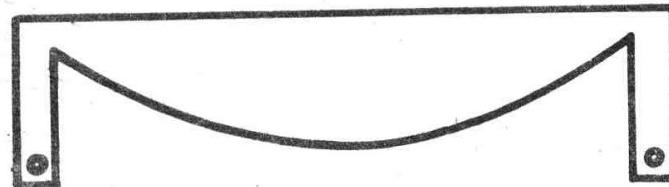
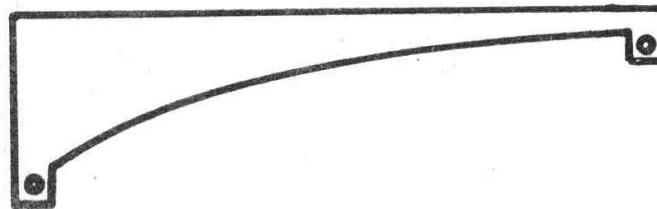
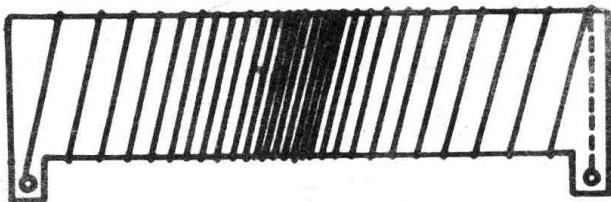
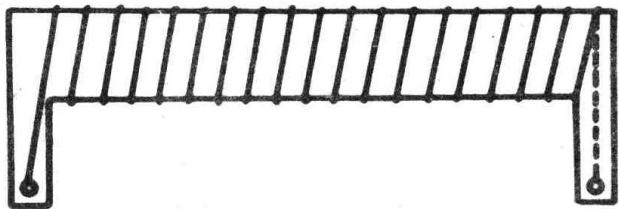
Vypínač – často příslušenství potenciometru, spíná na levém dorazu, tahem

Vrstvové s lineárním pohybem běžce

Používají se zejména v akustických zařízeních spotřební elektroniky, jinak méně často. Dráha je přímková, ovládání přímo posuvem běžce, obvykle dosti hrubé, potenciometr prakticky nelze utěsnit. Konstrukce a výroba podobná otočným

Drátové potenciometry s otočným pohybem běžce

Odporová dráha je zhotovena navinutím odporového drátu na vhodný nosič – pásek z pružného izolantu, keramické těleso, izolovaný drát. Po navinutí může být vinutí impregnováno tvrditelnou pryskyřicí, pásek nebo drát se stočí a obvykle je fixován pouzdrem. Podle tvaru nosiče, stoupání, lze dosáhnout určitý průběh odporové dráhy, nelze si ale moc vybírat



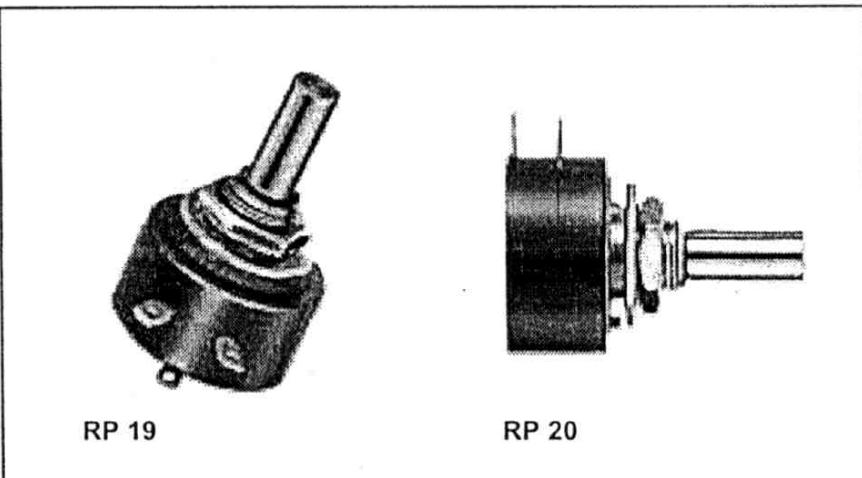
Běžec – nesmí zachytávat o odporové dráty, způsobovat jejich poškození – dokonale hladky kovový sběrač, kladka, grafitový sběrač

Konstrukční díly - podobné jako u vrstvových potenciometrů, obvykle robustnější, drátové potenciometry jsou větší

RP 19 / RP 20

- Drahtwicklung mit hoher Auflösung
- Widerstandsbereich 100 Ω bis 20 k Ω $\pm 3\%$
- Linearitätstoleranz $\pm 0,5\%$ ist Standard
- Lötanschlüsse für DIN-Flachstecker geeignet
- Edelmetallschleifer
- Mehrfachanordnung bis zu 3 Pot. möglich
- el. Drehwinkel 320° (RP19 mit mech. Stop)

Diese Potentiometer wurden nach einem patentierten Konzept entwickelt. Sie sind in Vorzugstypen ab Lager lieferbar und bilden eine kostengünstige Erweiterung des MEGATRON-Potentiometerprogramms.



Elektrische Kennwerte	RP 19 und RP 20
Elementtechnologie	Draht
Lieferbare Widerstandswerte (Ω)	100-200-500- 1k-2k-5k-10k-20k*
Standard-Widerstandstoleranz (%)	± 3
bestmögliche Toleranz (%)	± 2
Standard-Linearitätstoleranz (%)	$\pm 0,5$
bestmögliche Lin.-Toleranz (%)	$\pm 0,25$ (ab 2 k Ω)
Linearitätsart	unabhängige Lin.-Tol.
Belastbarkeit b. +40°C(0W b.105°C)	1,5 W
elektrischer Drehbereich RP19	320° $\pm 5^\circ$
elektrischer Drehbereich RP20	355° +3°/-5°
Standard-Endwiderstand $\geq 1\text{ k}\Omega$	0,1 %
Standard-Endwiderstand $<1\text{ k}\Omega$	0,2 %
Isulationswiderstand	1000 M Ω bei 1000 V DC
Kontaktrauschen	<100 Ω ENR

Material

Gehäuse	glasfaserverst. Polyamid
Potentiometerachse	rostfreier Stahl, antimagn.
Montagekleinteile (im Lieferumf.)	6-Kantmutter, Zahnscheibe
Anschlüsse	Lötfahnen vergoldet, passend für Flachstecker nach DIN 46247 Teil 3

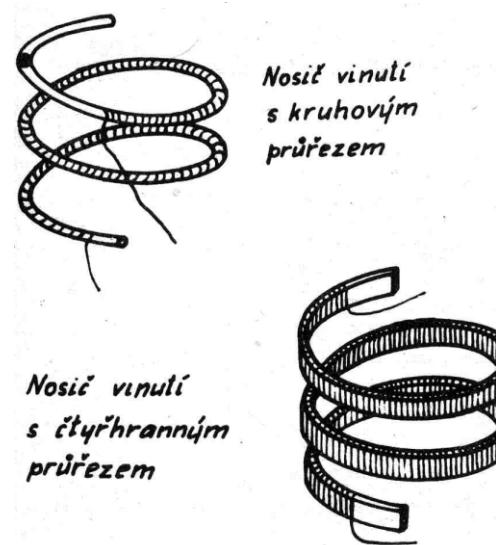
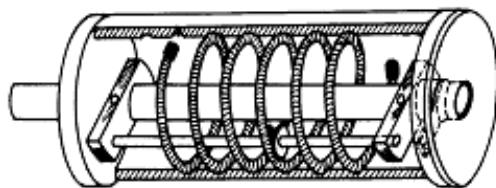
Mechanische Werte	RP 19 und RP 20
mechanischer Drehwinkel RP19	320° $\pm 5^\circ$ mit Stop
mechanischer Drehwinkel RP20	360° ohne Stop
max. Betriebsdrehmoment (Ncm)	0,3
Anschlagfestigkeit RP19 (Ncm)	25
Anschlagfestigkeit RP20 (Ncm)	-
Anzugsmoment der Befest.-Mutter	200 Ncm
max. Längsspiel der Achse (mm)	0,2
max. Radialspiel der Achse (mm)	0,1
Lebensdauer (Achsbewegungen)	1×10^6
Masse/Sektion	ca. 20 g
max. Zahl v. Pots auf gem. Achse	3
rücks. Wellenverlängerung mögl.	ja
zus. Mittelanzapfung bei 50% el. Drehbereich	ja
Lagerung	Gleitlager
max. Verstellgeschwindigkeit	100 U/min.

Umgebungsbedingungen

zulässige Betriebstemperatur	-40° C bis +105° C
Durchschlagfestigkeit	1000 V AC bei Raumbed.
allgem. Umweltbedingungen	nach MIL-R-12934, Methode STD-202

Drátové s šroubovicovým pohybem běžce

Odporová dráha značně dlouhá, navinutá na nosiči (nejčastěji izolovaný kov), který je svinut do šroubovice



Běžec – má axiální posuv, je veden dráhou. Např. kladka na vodicím rameni, někdy i třecí kontakt

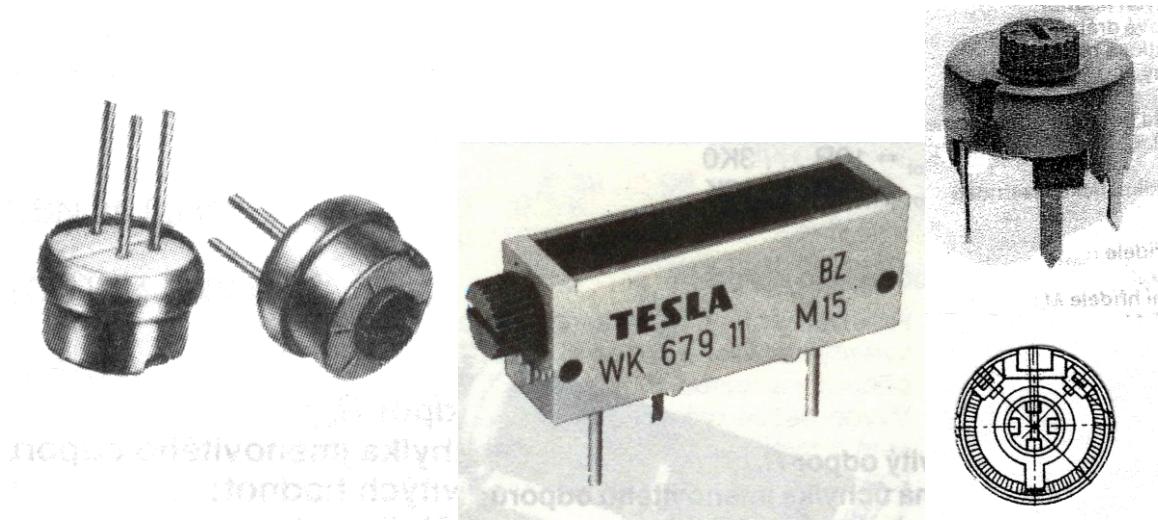
Konstrukční díly – dokonalá mechanická konstrukce, precizní provedení.

Hřídel – přesná , broušená, uložená v kuličkových ložiskách

Upevnění - přesné a s hřídelí souosé upevnění potenciometru

Kryt - těsný kovový kryt, někdy plněný olejem

REGULAČNÍ PROMĚNNÉ ODPORY



Vrstvové i drátové, dráha obvykle lineární

Základní konstrukční principy stejné jako u potenciometrů

- nemají většinou hřídel, ovládají se nástrojem (šroubovákem, klíčem)
- maximálně zjednodušená konstrukce, bez krytu, armatury, upevňují se většinou za vývody
- stačí malá mechanická životnost, nějaká stovka cyklů

POŽADUJE SE - stabilita jednou nastavené hodnoty, možnost zajištění

PARAMETRY PROMĚNNÝCH ODPORŮ

	Vrstvový uhlíkový	Vrstvový cermetový	Drátový	Drátový spirálový	Plastový	Trimr cermetový
Přesnost odporové dráhy	10 %, 3 dB	1%	Max 1%	0.1 %	10 %	několik %
Šelest	1 µV/V	10 µV/V	-----	-----	100 µV/V	???????
Výkon	1W	1W	1 kW	1W	1W	23 W
Životnost	$10^4 - 10^5$	$10^4 - 10^5$	$10^4 - 10^5$	do 10^7	do 10^8	100
Stabilita	10 %	1 %	Max 1%	0.1 %	0.5 %	1 %
Cena	20	30	30	500	500	10