

Průvodní technická dokumentace

---

VAKUOMETR PENNING

Typ : VPG 1

Číslo JK : 396 253 350 100

Laboratorní přístroje n. p. Praha

<u>Obsah</u>	<u>Strana</u>
1. Seznam obrázků	2
2. Úvodní data výrobku	3
3. Použití výrobku	3
4. Funkce výrobku	3
5. Popis výrobku	8
6. Technické údaje	13
7. Základní příslušenství	15
8. Zásobní díly	15
9. Soupis a lokalizace drahých kovů	15
10. Návod k montáži a uvedení do provozu	16
11. Návod k obsluze a údržbě	17
12. Návod k odstranění drobných závad	20
13. Organizace provádějící opravy	21
14. Dodatek	21
15. Legenda k obrázkům	22

## 1. Seznam obrázků

- obr. 1 Vakuometr Penning
- 2 Měrka vakuometru
- 3 Pohled na přední panel skříně
- 4 Pohled na zadní panel skříně
- 5 Pohled do přístroje
- 6 Schema zapojení
- 7 Graf závislosti výstupního napětí na tlaku

2. Úvodní data výrobku

Výrobní jednotka : Laboratorní přístroje n. p. Praha

Název výrobku : Vakuometr Penning

Typ : VPG 1

JK : 396 253 350 100

Vyr. číslo přístroje : .....

3. Použití výrobku :

Přístroj slouží k měření totálních tlaků neagresivních plynů a par v rozsahu  $5 \cdot 10^{-1}$  Pa až  $5 \cdot 10^{-6}$  Pa. Měřený tlak se odečítá na ručkovém měřidle cejchovaném v jednotkách tlaku Pa. Přístroj je vybaven jednou měrkou. Konektor umožňuje připojit zapisovač nebo programátor vakua. Vakuometr může být použit v laboratorním i výrobním provozu. Je vhodný i pro zařízení určená k automatizaci vakuových procesů. Přístroj je konstruován v bezpečnostní třídě I. <sup>podle ČSN 356501</sup> a pro prostory obyčejné podle ČSN 340070.

**U p o z o r n ě n í   p r o   u ž í v a t e l e :**

Přístroj musí být uváděn do chodu pouze podle návodu k obsluze.

Hrozí nebezpečí úrazů el. proudem a znečištění měrky.

4. Funkce výrobku :

Vakuometr Penning měří totální tlak plynů a par v evakuovaných prostorech nepřímou metodou založenou na závislosti výbojového proudu na tlaku plynu.

Měrka (viz. obr. 2 a technický popis čl. 6)

Měřicí systém měrky tvoří válcová ionizační komora, obklopená permanentním magnetem ve tvaru silnostěnné trubky. Čela s otvory ionizační komory jsou pólovými nástavci magnetického obvodu. Otvory jednoho z pólových nástavců je připojena měrka k měřenému systému, středním otvorem druhého pólového nástavce je do ionizační komory zavedena tyčová anoda.

Od okolního vnějšího prostoru je ionizační komora vakuotěsně oddělena. V měřicím systému měrky mají stěny ionizační komory na nulovém potenciálu funkci katody, tyčová anoda je připojena na kladné napětí 2,7 kV.

Základním procesem výboje v plynech je ionizace neutrálních částic srážkami s elektrony. Kladné ionty, vzniklé při ionizaci jsou přitahovány katodou. Na katodu dopadající ionty způsobují emisi elektronů z katody (tzv. sekundární emise) do ionizačního prostoru. Záření výboje dopadem na katodu je příčinou dalšího druhu emise - fotoemise. Pro udržení výboje je nezbytný dostatečný proud elektronů ionizujících neutrální částice měřeného plynu. Vlivem magnetického pole se značně prodlužuje dráha elektronů emitovaných z katody. Elektrony <sup>(poloměr)</sup>konají složitý pohyb - oscilují <sup>s molekulami měřeného plynu</sup> po šroubovicích, jejichž tvar se v každé srážce mění. Po určitém počtu srážek dopadají na anodu. Prodloužení dráhy emitovaných elektronů zvyšuje pravděpodobnost jejich srážky s molekulami měřeného plynu v ionizačním prostoru a umožňuje udržet výboj do tlaků  $10^{-6}$  Pa a nižších. (V systému bez magnetického pole zhasíná výboj již při tlacích  $10^{-1}$  Pa). Vedle elektronů emitovaných z katody se k anodě pohybují i elektrony vznikající při ionizačních srážkách. Ionty vzniklé ionizací dopadají na katodu. Výbojový proud tvořený proudem elektronů a iontů závisí na počtu neutrálních částic v mezielektrodovém (ionizačním) prostoru a vzrůstá s rostoucím tlakem. Aby při rostoucím tlaku nepřesáhl výbojový proud hranici, při níž by došlo k přetížení elektrod, které vede k rozprašování, případně i k vypařování jejich materiálu, zařazuje se do obvodu elektrod zatěžovací (ochranný) odpor. Tím je určena horní hranice měřícího oboru tlaku vakuometru. (U vakuometru VPG 1 je horní hranice  $10^{-1}$  Pa.)

Dolní hranice měřícího oboru vakuometru závisí na potenciálu anody a intenzitě magnetického pole. V oboru velmi nízkých tlaků je omezena autoemisí elektronů z katody vlivem silného elektrického pole v blízkosti nerovností povrchu katody. Autoemisní proud se začíná nepříznivě projevovat při tlacích  $10^{-6}$  Pa, případně vyšších podle kvality povrchu elektrod.

Tento jev spolu s dále popsáním znečišťováním elektrod je příčinou toho, že delší dobu provozovaná měřka vykazuje obvykle v oboru nižších tlaků hodnoty nad horním okrajem tolerančního pole uvedeným v technických parametrech.

Vznik výboje v měrce je podmíněn, jak vyplývá z předchozího vznikem iontů a elektronů a neutrálních částic plynu. Při velmi nízkých tlacích může být nízká koncentrace částic příčinou opožďování vzniku výboje. Při měření tlaků plynů obsahujících uhlovodíky se na katodách vystavených dopadu iontů měřeného plynu tvoří vrstva nečistot, které se po delší době provozu projeví změnou kalibrační křivky vakuometru. Pokrývání povrchu izolátoru průchodky nečistotami vzniklými ve výboji, snižuje isolační odpor průchodky a svodový proud výrazně zhoršuje vlastnosti vakuometru při nejnižších tlacích. Popisovaná měrka je konstruována tak, aby výboj byl omezen pouze na ionizační prostor. Isolační odpor průchodky se proto během provozu prakticky nemění.

Magnetický obvod je konstruován tak, aby rozptylové magnetické pole bylo minimální.

Složité oscilační pohyb elektronů a při měření neustále probíhající změny povrchu elektrod jsou příčinou určité nestability výbojového proudu, zejména v oboru tlaků  $10^{-1}$  až  $10^{-2}$  Pa. To je příčinou principiálního omezení přesnosti měření tlaku tímto vakuometrem. Výbojový proud je dále nepříznivě ovlivňován nestabilitami napájecího napětí. Proto se u výbojových vakuometrů udává přesnost měření pomocí tzv. faktoru, jímž je nutno změřenou hodnotu tlaku násobit, resp. dělit, čímž se získá interval tlaku, v němž s určitostí leží skutečná hodnota tlaku.

#### Elektrické obvody

Úkolem elektrických obvodů vakuometru je zajistit napájení měrky vysokým napětím nutným k vytvoření dostatečně silného elektrického pole v měřicím prostoru měrky. Dále musí elektrické obvody zajistit zesílení výbojového proudu na hodnotu, kterou je možno indikovat ručkovým měřidlem, případně zpracovat v dalších zařízeních (zapisovač, programátor vakua).

Zdroj vysokého napětí tvoří Delonův zdvojovač napětí, napájený ze samostatného vysokonapěťového transformátoru. Kladný pól zdroje je přes ochranný odpor připojen na anodu měrky, záporný pól přes ochranný diodový obvod na vstup elektrometru. Jmenovitá hodnota vysokého napětí při chodu na prázdno je 2,7 kV(ss). Stabilizace vysokého napětí je provedena oboustranným omezovačem v primáru vysokonapěťového transformátoru.

Öchranný odpor zabraňuje poškození zdroje i měrky přímým průrazem nebo zkratem a zároveň omezuje proud výbojem při vyšších tlacích a tím zabraňuje nadměrnému rozprašování materiálu anody při dlouhodobém provozu v této anodové oblasti. Na druhé straně způsobuje tento odpor zhuštění stupnice ručkového měřidla u nejvyšších tlaků. Zvolená hodnota ( $2,4 \text{ M } \Omega$ ) je kompromisem mezi oběma uvedenými hledisky.

Výstupní proud měrky v závislosti na tlaku má přibližně lineární průběh v logaritmických souřadnicích. Hodnoty proudu se pohybují od  $1 \cdot 10^{-7} \text{ A}$  do  $1 \cdot 10^{-3} \text{ A}$ , polarita proudu je záporná proti zemi. Aby bylo možno celý měřicí rozsah odečítat na jediné, přibližně logaritmické stupnici, je třeba k měření proudu použít elektrometrický zesilovač s logaritmickou závislostí výstupního napětí na vstupním proudu a s dostatečnou citlivostí pro měření proudů řádu  $10^{-7} \text{ A}$ .

Pro konstrukci elektrometru bylo zvoleno zapojení s tranzistorem ve zpětnovazební smyčce operačního zesilovače. Pro kompenzaci teplotních závislostí je logaritmický elektrometr proveden jako rozdílový, přičemž kompenzační větve slouží zároveň k nastavení průchodu charakteristiky nulou. Logaritmující tranzistory jsou vybírány a párovány.

Výstupní napětí logaritmického elektrometru je po úpravě odporovým děličem dále zpracováno v přidavném zesilovači, tvořeném opět operačním zesilovačem v neinvertujícím zapojení. Na invertující vstup zesilovače je přivedeno kompenzační napětí z odporového děliče. Malou změnou tohoto napětí můžeme nastavit nulové výstupní napětí vakuometru při tlaku nižším než  $10^{-6} \text{ Pa}$ . Maximální výstupní napětí ( $+10 \text{ V}$  při tlaku  $5 \cdot 10^{-1} \text{ Pa}$ ) - nastavíme změnou zesílení přidavného zesilovače (změnou činitele záporné zpětné vazby). Výstupní napětí zesilovače je přivedeno jednak přes seriový odpor na výstupní ručkové měřidlo, jednak na konektor pro připojení zapisovače, případně řídicí jednotky. Aby bylo možno použít i zapisovač s vyšší citlivostí je na výstupní konektor vyvedeno i napětí upravené odporovým děličem na  $100 \text{ mV}$  pro plnou výchylku. Závislost výstupního napětí na tlaku je znázorněno grafem na obrázku 7.

Pokud měrkou z jakýchkoliv důvodů neprotéká proud, t.j. nedošlo k zapálení výboje v ionizačním prostoru (na svorkách zdroje není vysoké napětí, přerušný kabel apod.) je výstupní napětí záporné a nabývá hodnoty až několika V. Toto napětí je po zpracování v zesilovači vyvedeno na konektor pro zapisovač a je možno využít k blokování připojených obvodů (např. řídicí jednotky) při jakékoliv poruše měrky.

Elektrometr a přídavný zesilovač jsou napájeny ze stabilizovaného zdroje  $\pm 15$  V. Zdroj tvoří dva dvoucestné usměrňovače se sběrnými kondenzátory, stabilizace je provedena integrovaným stabilizátorem. Obvod pro indikaci poruchy je napájen ze samostatného nestabilizovaného zdroje  $+12$  V, tvořeného můstkovým usměrňovačem se sběrným kondenzátorem. Oba usměrňovače jsou napájeny ze samostatného transformátoru, na jehož sekundár je připojena také signální žárovka.

Jištění přístroje je provedeno samostatnými tavnými pojistkami v primáru VN transformátoru i transformátoru pro napájení ostatních obvodů. Usměrňovače zdrojů  $\pm 15$  V a  $+12$  V jsou jištěny ještě uhlíkovými odpory v přívodech k transformátoru.

Při součinnosti vakuometru s řídicí jednotkou je možno ručkové měřidlo vakuometru využít i pro kontrolu a nastavení referenčního napětí komparátoru řídicí jednotky. Zasunutím šestikolíkové zástrčky do konektoru pro zapisovač dojde k odpojení výstupu zesilovače od ručkového měřidla, které je zároveň vyvedeno na dutinku téhož konektoru. Můžeme je tedy využít pro kontrolu a nastavení vnějšího napětí v rozsahu 0 - 10 V ss.

#### Kabel s konektory

Kabel je tvořen koaxiálním kabelem, jehož konce jsou zestříknuty do speciálních vysokonapěťových konektorů pro připojení k přístroji a k měrce.

## 5. Popis výrobku

Vakuometr Penning sestává z jedné měrky, skříně s napájecími a ovládacími obvody a elektrometrem a kabelu s konektory k měrce, základního příslušenství a zásobních dílů.

### Měrka vakuometru Penning (obr. 2)

Měrka sestává z tělesa měrky (01), výsuvného pólového nástavce (02), průchodky s anodou (03) a kontaktem (04), permanentního magnetu (05), matice pro upevnění permanentního magnetu (06), vnějšího krytu (07), uzavíracího kroužku (08) s výstelkou pro průchodku (09) a šroubem (10) pro upevnění matice konektoru.

Těleso měrky je vakuotěsný svařenec, sestavený z nemagnetické a feromagnetické trubky, feromagnetického pólového nástavce s přírubou pro vakuový rychlospoj a feromagnetického nákrčku. Součásti tvořící vnitřní dutinu měrky jsou vyrobeny z nerezavějící oceli. Pólový nástavec je v čele opatřen pěti otvory.

Těleso výsuvného pólového nástavce je válec s osovým otvorem a obvodovým přesazením u jednoho čela. Je vyrobeno z feromagnetické nerezavějící oceli.

Průchodka je sestavena z izolátoru z korundové keramiky s natvrdo zapájenou anodou (11) z koverového drátu. Na vnější části anody je nasunut posuvný kontakt zajištěný pružinou.

Permanentní magnet ve tvaru silnostěnné trubky je odlit z materiálu typu ALN1 a má obě čela broušena.

Matice pro fixaci permanentního magnetu je vyrobena z feromagnetické oceli, je opatřena vnitřním závitem M32x1 a dvěma otvory na čele pro založení klíče.

Vnější kryt je tenkostěnná trubka z duralu. Je lakována a opatřena štítkem výrobce (12).

Uzavírací kroužek s výstelkou je vyroben z duralu. Nátrubek střední dutiny má vnější závit M16x1. Čelo kroužku je opatřeno třemi otvory pro šrouby M5 (13). Do osazení střední dutiny je vložena teflonová výstelka přizpůsobená tvaru izolátoru průchodky.



Měrka je sestavena tak, že přes vnější obvod tělesa měrky je nasunut permanentní magnet a zajištěn utažením matice. V čelním zápichu matice je založen pryžový kroužek (14) čtvercového průřezu pro vymezení vůle vnějšího krytu.

V tomto stavu motnáže je zmagnetizován magnetický obvod.

Z funkčních důvodů nesmí být matice po dobu života měrky povolována!

Do otvoru tělesa měrky jsou ze strany feromagnetického nákrčku postupně nasunuty výsuvný pólový nástavec, pryžový těsnicí "O" kroužek (15) a průchodka.

Přes vnější obvod měrky je nasunut vnější kryt.

Měrka je uzavřena a vakuově utěsněna přiložením uzavíracího kroužku s výstelkou pro průchodka a utažením tří šroubů.

Pro expedici je příruba Js 16 uzavřena přes distanční a těsnicí kroužek žaslepovací přírubou Js 16 a třmenem rychlospoje (16).

Kontakt anody je proti poškození a znečištění chráněn polyamidovou krytkou (17).

#### Skříň s napájecími zdroji a vyhodnocovacími obvody:

je sestavena ze čtyř duralových profilovaných podélníků sevřených mezi dvěma plochými vnitřními bočnicemi. Do podélníků jsou vložena vodička plošných spojů a řadové konektory. Vývody řadových konektorů jsou v zadní části skříně propojeny deskou s plošnými spoji. Za touto deskou je umístěno šasí. Na šasí jsou zásuvky konektorů pro připojení měrky a zapisovače, pouzdra trubičkových pojistek, zemnicí svorka a přívodní šňůra. Z přední části skříně, rovnoběžně s bočnicemi jsou do vodiček plošných spojů zasunuty desky se součástkami s dělenými subpanely s ovládacími a signalizačními prvky a ručkovým měřidlem. Na každé desce je umístěn ucelený elektrický obvod schopný samostatné funkce, kontroly a oživování. Desky jsou proti uvolnění zajištěny párovými pojistkami na spodní ploše horního předního podélníku.

Přístroj je zakryt zpredu předním panelem, přišroubovaným čtyřmi šrouby, ze zadu zadním panelem se dvěma šrouby na čele horního krytu.

Panely jsou opatřeny nápisy a symboly, které vysvětlují funkci a obsluhu přístroje.

Horní kryt z tenkého plechu je zajištěn nad zadním panelem dvěma šrouby. Spodní kryt je zajištěn čtyřmi šrouby, které procházejí podstavnými nožkami. Na předních hranách horního a spodního krytu jsou nápisy označující výrobce a druh výrobku.

Vnější bočnice opatřené na přední straně skříně madly jsou k vnitřním bočnicím přišroubovány vždy čtyřmi šrouby.

Celý přístroj je umístěn na čtyřech deskách s plošnými spoji. Desky jsou obsazeny tímto způsobem :

#### Skupina 54 - napájecí zdroj

Zdroj stejnosměrného napětí pro napájení obvodu pro indikaci poruchy tvoří můstkový usměrňovač (D5 - D8) se sběrným kondenzátorem C3. V přívodu od transformátoru k usměrňovači je zapojen ochranný uhlíkový odpor (R3). Na pomocné desce nesené distančními sloupky a propojené se základní deskou drátovými spojkami je umístěn zdroj symetrického napětí pro napájení operačních zesilovačů. Zdroj je tvořen dvěma dvoucestnými usměrňovači (D1-D4) se sběrnými kondenzátory (C1 - C2). V obou větvích usměrňovače jsou zapojeny ochranné uhlíkové odpory (R1 - R2). Výstupní napětí zdroje je stabilizováno integrovaným stabilizátorem 78L05. Stabilizátor má možnost dostavení přesné hodnoty výstupního napětí  $\pm 15,00$  V. Oba usměrňovače jsou napájeny z transformátoru TR1, navinutého na "C" jádře. Na subpanelu je umístěn síťový spínač a kontrolní žárovka.

#### Skupina 55 - elektrometr

Na desce bez subpanelu je ve stínícím krytu umístěn rozdílový logaritmický převodník a přídavný zesilovač. Měřicí část logaritmického převodníku tvoří fetový operační zesilovač WSH 218 s tranzistorem PNP typu KFY 18, zařazeným v obvodu záporné zpětné vazby. Kompenzační část logaritmického převodníku tvoří operační zesilovač typu WDB 002 se shodným tranzistorem KFY 18 v obvodu záporné zpětné vazby. Proudem přiváděným do vstupu kompenzačního zesilovače nastavujeme nulové výstupní napětí log. převodníku při max. měřeném proudu (odpor R21, trimr R22). Tranzistory KFY 18 jsou vybírány a párovány.

Ve vstupním obvodu měřicí části převodníku je zařazen ochranný obvod (odpor R33, kondenzátor C9, diody D1, D2), který chrání vstup operačního zesilovače před poškozením při průrazu v měrce nebo při zkratu VN kabelu. V serií s logaritmujícím tranzistorem je v obvodu zpětné vazby zařazena paralelní kombinace odporu a trimru (R15, R16). Výsledný odpor této kombinace omezuje logaritmování při nejvyšších proudech a přispívá k linearizaci průběhu stupnice.

Teplotní závislost strmosti logaritmického převodu je kompenzována teplotně závislým odporovým děličem, tvořeným seriově paralelní kombinací perličkového termistoru a pevných odporů. Tento dělič je zařazen mezi výstup měřicího zesilovače a logaritmující tranzistor. (R7, R12, R13, Rt, R14).

Výstupní napětí logaritmického převodníku je po úpravě odporovým děličem (R5, R6) přivedeno na neinvertující vstup přídavného zesilovače tvořeného hybridním, integrovaným obvodem WDB 002. Na invertující vstup tohoto zesilovače je přivedeno z odporového děliče (R8, R9, R10, R11) kompenzační napětí, jehož velikostí nastavujeme nulové výstupní napětí při nejnižších měřených tlacích. Při maximálním měřeném tlaku nastavíme výstupní napětí zesilovače na unifikovanou úroveň +10 V změnou činitele záporné zpětné vazby přídavného zesilovače (R18, R19).

#### Skupina 56 - zdroj s měřidlem

Skupina je sestavena z měřidla na subpanelu a <sup>3</sup>trčí; desek s plošnými spoji - napáječe a usměrňovače <sup>a stabilizátoru.</sup> Vzdálenost jednotlivých desek je zajištěna dvěma isolačními distančními sloupky.

#### Napáječ

Na desce je umístěn vysokonapěťový transformátor. Dále je zde seriová kombinace pevného odporu R2 a trimru R1, kterou nastavujeme max. výchylku měřidla při výstupním napětí +10 V. a tlumicí odpor R3, k němuž je kablíkem paralelně připojeno výstupní měřidlo. Obvod s tranzistory T1 a T2 připojený přes diodu D1 na výstup va-  
kuometru slouží k indikaci zapálení výboje v měrce. Napětí (+12 V) signalizující správnou funkci měrky je vyvedeno na konektor pro zapisovač.

### Usměrňovač.

Na desce je umístěn Delonův zdvojovač napětí, tvořený diodami D1, D2 (KYZ34). Kapacity ve zdvojovači jsou pro úsporu místa a snazší montáž na desku složeny ze zastříknutých MP kondensátorů 68 k/1000 V. Na desce je dále umístěn ochranný odpor složený z napěťových i výkonových důvodů ze dvou odporů TR 164 - M 56 (R1, R2). Vysoké napětí je na výstupní konektor přivedeno VN kabelem. Rovněž tak propojení usměrňovače s VN transformátorem je provedeno VN kablíkem.

### Stabilizátor.

Na desce je umístěn oboustraný omezovač stř. napětí tvořený dvěma Zenerovými diodami zapojenými do můstku se směrovacími diodami. Jako sériová impedance je použit kondensátor o kapacitě 0,47  $\mu$ F v sérii s ochranným odporem 100 Ohmů. Tímto omezovačem je stabilizována špičková hodnota napájecího napětí pro VN transformátor na hodnotu : 150V  $\pm$  2%.

### Skupina 80 - trafo 162.

VN transformátor je navinut na C jádře typu 16004. Z důvodů snazší izolace VN vinutí je proveden jako atypický s primárním vinutím na jedné a sekundární na druhé cívce. Sekundární cívka je zvětšena na úkor cívky primární. Mezi cívky je vložena izolační přepážka. Vývod vysokého napětí je umístěn na příčce vlepené mezi čela sekundární cívky po jejím navinutí. Tímto způsobem bylo dosaženo dostatečných povrchových i vzdušných vzdáleností. Celý transformátor je po sestavení impregnován ve vakuu syntetickým lakem.

### Skupina 81 - trafo 890102.

Transformátor pro napájení elektronických obvodů vakuometru je navinut se symetricky rozdělenými vinutími na C jádře typu 12003. Vývody primární cívky jsou umístěny na jedné liště, vývody sekundární cívky na druhé liště. Sestavený transformátor je impregnován ve vakuu syntetickým lakem.

6. a) Technické údaje

Rozsah měřených tlaků (v jednom rozsahu)	$5 \cdot 10^{-1} \text{ Pa}$ až $5 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}$
Přesnost měření <i>Doba náběhu</i>	faktor 2 (resp. 2.2 viz. odst. 5) 5 min.
<u>Měrka</u>	
Počet kusů	1 ks
Max. netěsnost	$1 \cdot 10^{-7} \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$
Montážní poloha	libovolná
Vnější rozměry	ø 57/92 (bez třmenu rychlospoje)
Připojovací příruba	Js 16 s rychlospojem - ČSN 10 72 35
Vypékací teplota	$100^{\circ}\text{C}$ (po úpravě podle PTD až $200^{\circ}\text{C}$ )
Hmotnost měrky	0,85 kg (bez třmenu rychlosp.)
<u>Kabel k měrce</u>	
Počet kusů	1 ks
Délka	3 m
<u>Skříň se zdroji</u>	
Napájecí napětí měrky	2,7 kV (ss)
Výstupní napětí pro zapisovač	0 - 10 V/5 kΩ (ss) 0 - 100 mV/10 kΩ (ss)
Výstupní napětí pro programátor vakua	0 - 10 V/5 kΩ (ss)
Signalizace poruchy výstupem na konektoru na zadním panelu	} + 12 V ss = funkce 0 V = porucha
Délka přívodní šňůry	
Napájecí napětí	220 V ± 10 %, 50 Hz
Příkon	cca 10 VA
Vnější rozměry skříně (včetně madel)	223 x 130 x 300 mm
Celková hmotnost přístroje	6,25 kg
Přístroj je cejchován pro vzduch viz cejch. křivka obr. 8	

b) Provozní podmínky

Přístroj je konstruován pro obyčejné prostředí podle ČSN 340070, v bezpečnostní třídě I, podle ČSN 356501.

Se zaručenými parametry pracuje, pokud není stanoveno jinak při teplotách okolí od  $+10^{\circ}\text{C}$  do  $+35^{\circ}\text{C}$ .

c) Provedení přístroje :

Materiál:

Vakuometr je vyroben z materiálů odpovídajících ČSN.

Rozměry a dovolené odchylky:

Vnější rozměry jsou uvedeny v příložených nákresech a v článku 7a). Dovolené odchylky se ponechávají na vůli výrobci, nemají však překračovat  $\pm 3\%$  míry uváděné v této PTD.

d) Povrchová úprava :

Všechny dílce podléhající korozi jsou jednak lakovány podle ČSN 038009, síla vrstev laku podle ČSN 350008, jednak galvanicky povrchově upravené podle ČSN 038510, ve stupni jakosti II., spojovací dílce podle ČSN 014061.

e) Mechanické vlastnosti:

Ovládací prvky se musí snadno pohybovat. Mechanické spojení musí být spolehlivé, aby během provozu nedošlo k uvolnění některé součásti. Těsnicí plochy přírub měrek musí být hladké, těsnost měrek odpovídá parametrům podle čl. 7.a).

f) Elektrické vlastnosti :

Z hlediska elektrické bezpečnosti přístroj odpovídá ustanovením normy ČSN 356501 - elektronické měřicí přístroje.

g) Značení přístroje :

Vakuometr je na zadní stěně opatřen neshlímatelným podnikovým štítkem se zaregistrovaným znakem výrobce, typem výrobku, rokem výroby, napájecím napětím ve V, příkonem ve VA a kmitočtem v Hz.

Na zvláštním štítku je umístěna schvalovací značka a značka jakosti podle ČSN 010810. <sup>a dle značky odrušení R02</sup> Měrky jsou opatřeny štítkem se znakem výrobce, výrobním číslem a typem výrobku.

h) Ostatní předpisy a normy :

- viz odst. b) - Provozní podmínky
- c) - Provedení přístroje
- f) - Elektrické vlastnosti

i) Seznam příslušenství, zásobních a náhradních dílů:  
Je uveden v PTD, v čl. 8 a 9 přístroje a v příloze TP.

j) Konstrukční změny :

Výrobci se ponechávají na vůli menší materiálové a konstrukční změny.

7. Základní příslušenství:

Pětikolíková vidlice konektoru pro připojení zapisovače	1 ks
Šestikolíková vidlice konektoru pro připojení programátoru vakua	1 ks
Ochranná košilka skříně	1 ks
Ochranná košilka měrky	1 ks
Ochranná košilka kabelu	1 ks
PTD VPG - 1	1 ks

8. Zásobní díly :

Kroužek "0" 25 x 2	2 ks
Kroužek "0" 18 x 5	2 ks
Vložka trubíčková T 32 mA	3 ks
Žárovka telefonní 12 V/50 mA	2 ks
Vložka trubíčková T 63 mA/250V	3 ks

9. Soupis a lokalizace drahých kovů

Přístroj obsahuje tyto drahé kovy: Pozlacené kontakty FRB konektorů - 4 páry; stříbrná pájka - průchodky v měrce.

10. Návod k montáži a uvedení do provozu:

Po vybalení přístroje se zkontroluje úplnost dodaného příslušenství<sup>+ zásobních dílů</sup> a zevní neporušenost měrky.

Měrka je před expedicí funkčně vyzkoušena a vyčištěna. Je uzavřena třmenem rychlospoje se zaslepovací přírubou s pryžovým těsněním, která ji chrání před poškozením a znečištěním během transportu. Vidlice konektoru je chráněna ochranným víčkem.

Po sejmutí zaslepovací příruby zkontrolujeme čistotu vnitřní viditelné části měrky a neporušenost těsnicí plochy příruby, na kterou dosedá pryžový "O" kroužek. Příruba měrky, protipříruba ve vakuovém zařízení a těsnicí elementy se očistí čistým alkoholem. Připojení k vakuovému systému se provede dodaným třmenem rychlospojem. Přístroj je vybaven těsníci pryžovými "O" kroužky z nitrilkaučuku, které umožňuje dosažení max. teploty měrky 100°C. Někdy je nutné pro urychlení odplynění zvýšit teplotu měrky. Pro vyšší vypékačí teploty se doporučuje použít těsnicí "O" kroužky z fluorkaučuku (Viton). Správnou funkci měrky může negativně ovlivnit blízkost hmotných feromagnetických těles, nebo vliv magnetických nebo elektrických polí. Z tohoto důvodu je nutno měrku umístit mimo jejich nepříznivý dosah.

Skříň přístroje se umístí ve vhodné vzdálenosti od měrky. Měrka a skříň přístroje se propojí kabelem s konektory a přístroj se uzemní.

Takto je přístroj připraven k uvedení do provozu. Připojení vakuometru k dalším přístrojům, např. k zapisovači nebo k programátoru vakua se provede kabelem, ke kterému se připojí konektor z příslušenství vakuometru. Pro připojení zapisovače se použije pětikolíková vidlice konektoru. Zemnicí přívod (stínění) se připájí na vývod č. 2, živý konec kabelu na vývod č. 3 (+10 V ss) nebo na vývod č. 5 (+100 mV ss). Připojení k vlastnímu zapisovači, případně k jinému zařízení se provede podle návodu k tomuto zařízení. Pro připojení programátoru vakua se použije šestikolíková vidlice konektoru.



Zemnicí přívod (stínění) se připájí na vývod č.2, řídicí napětí se odebírá z vývodu č.3. Přívod referenčního napětí z programátoru vakua se připájí na vývod č.6.

Signál indikující poruchu měrky se odebírá z vývodu č. 1 [viz parametry]. Zapojení konektorů je patrné z celkového schématu zapojení (obr. 6).

#### 11. Návod k obsluze a údržbě.

Obsluhu přístroje mohou provádět pouze osoby poučené (viz ČSN 343100 § 12042). Ochrana před nebezpečným dotykem je zajištěna tím, že se přístroj připojuje na normalizovanou elektrovednou síť s uzemněným ochranným kolíkem. Kromě toho má přístroj zemnicí svorku, umístěnou na zadní straně skříně a označenou na zadním panelu. Přístroj se připojí přívodní šňůrou k síti. Tlak v aparatuře sledujeme vakuometrem s měřícím rozsahem alespoň do tlaku  $10^{-1}$  Pa. Vakuometr Penning nezapínáme dříve, dokud tlak v aparatuře neklesl alespoň na hodnotu  $5 \cdot 10^{-1}$  Pa ( $4 \cdot 10^{-3}$  torr). Intenzita výboje při vyšších tlacích způsobuje rychlejší znečišťování ionizační komory měrky a zkracuje intervaly nutného odstraňování nečistot.

Stisknutím tlačítka "MAINS" se uvede do činnosti celá elektronická část a připojená měrka. Současně se rozsvítí kontrolní žárovka nad síťovým tlačítkem. Měřidlo po zažehnutí výboje v měrce (v intervalu 1 - 15 sec. po zapnutí přístroje v závislosti na tlaku v aparatuře) udává tlak v aparatuře.

Po cca 5 min. provozu je přístroj teplotně stabilizován, takže je s ním možno zahájit měření.

Hodnoty tlaku se odečítají přímo na stupnici měřidla kalibrované v jednotkách Pa. (Dolní hranice rozsahu - nejnižší měřený tlak je na levém konci stupnice, horní hranice na konci pravém).

Je-li v měrce vakuometru tlak nižší než  $5 \cdot 10^{-6}$  Pa, je měrka přístroje vlevo od hodnoty 5 a výstupní napětí pro zapisovač je záporné.

Při vlastním měření je měrka trvale v provozu a výstupní signál úměrný tlaku může být odebírán i z konektoru pro zapisovač. Při spojení vakuometru s programátorem vakua je odebírán řídicí signál z konektoru pro zapisovač. Pokud chceme ručkové měřidlo vakuometru využít i pro nastavení bodu překlápení některého z obvodů programátoru, provedeme připojení k vakuometru šestikolíkovou zástrčkou z příslušenství. Zasunutím této zástrčky do konektoru pro zapisovač, dojde k odpojení výstupního signálu elektrometru od ručkového měřidla a k připojení referenčního napětí programátoru vakua k obvodům měřidla. Změnou referenčního napětí (musí být přizpůsobeno výstupnímu napětí vakuometru, t.j. 0-10 V), pak na měřidle nastavíme přímo tlak, při kterém dojde k reakci obvodu programátoru. Nutnou podmínkou správné funkce je, aby v programátoru byla možnost opětového propojení výstupního signálu vakuometru a obvodů ručkového měřidla. (např. tlačítkem).

Měrka je dostatečně robustní konstrukce, takže nehrozí nebezpečí jejího poškození vnějšími vlivy, jako jsou otřesy apod. K poškození měrky nedojde ani tehdy, vznikne-li do měřicího prostoru vzduch o atmosferickém tlaku.

Nejchoulostivějším dílcem měrky je keramická průchodka s anodou. Je nutno s ní opatrně manipulovat při montáži konektoru, případně při demontáži měrky za účelem čištění. V některých případech může vzniknout i nutnost ohřát měrku. Ohřev měrky musí být prováděn vedením tepla kovovým tělesem měrky ve směru od příruby rychlospoje k průchodce. V základním provedení je měrku možno ohřát do 100°C. Pro ohřev na vyšší teploty (max. do 200°C) je nutno pryžové těsnění z nitrilkaučuku vyměnit za "O" kroužky z Vitonu (fluoruhlíková pryž) a sejmut vnější lakovaný kryt. Permanentní magnet nemění své vlastnosti až do teploty cca 300°C.

#### Čištění měrky:

Ionizační prostor i anoda se při provozu znečišťují. V prostředí obsahujícím aktivní prvky je znečištění intenzivnější. Znečištění elektrod se projeví snížením citlivosti a přesnosti vakuometru.

Měrka se rozebírá po demontáži z vakuové aparatury vyšroubováním tří šroubů s vnitřním šestihranem, sejmutím uzavíracího kroužku, *podložky pro vymezení vůle a axiálním vysunutím průchodky s anodou*. Pólový nástavec se vytlačí tyčkou o průměru 3 mm zasunutou do ionizačního prostoru ze strany příruby rychlospoje některým z obvodových otvorů. Tyčka se nikdy nesmí zavádět do středního otvoru, protože tím by se ohrozila průchodka.

**P o z o r!** Permanetní magnet se v žádném případě nedemontuje!

Vnitřní dutiny měrky jsou vyrobeny z nerezavějících ocelí, takže je možno je očistit do kovového lesku mírně agresivními prostředky (např. 3 % roztokem HCl po dobu 10 min.) Právě tak je možno očistit i průchodku, pro kterou se však nedoporučuje vzhledem k použité Cu nebo Ag pájce používat kyselé koncentrovanější roztoky. (Po vyčištění je nutno povrch měrky neutralizovat). Povrch dílců ionizační komory je leštěn a nesmí se poškodit nevhodnými nástroji. Pro mechanické čištění je vhodné použít např. skleněný štěteček nebo klenotnickou vatku. Posledními operacemi čištění mají být výplachy odmašťovadly (nejlépe v ultrazvukovém mixeru) a nakonec v lihu a destilované vodě. Před montáží je nutno celou měrku důkladně vysušit např. evakuací nebo ohřevem.

#### Cejchování přístroje :

Cejchování přístroje se doporučuje provádět výhradně na odborném pracovišti. Provádí se s vyčištěnou měrkou, jejíž průchodka vykazuje isolační odpor min.  $10^{12} \Omega$ . Pro cejchování je pracoviště vybaveno vakuovou aparaturou s mězním tlakem  $1 \cdot 10^{-6}$  Pa a jehlovým regulačním ventilem a ionizačním vakuumetrem se žhavou katodou. Seřízení měřidla v okrajových oblastech se provádí při tlacích  $5 \cdot 10^{-1}$  Pa a  $5 \cdot 10^{-6}$  Pa trimry O1 a O2 podle obr. 5 tohoto návodu po sejmutí spodního krytu.

**P o z o r** n a v ý v o d v y s o k é h o n a p ě t í

### Upozornění

Případná demontáž desek s plošnými spoji se provádí po sejmutí předního panelu po vyšroubování čtyř šroubů. Před vysunutím nebo zasunutím desek je nutno stisknout pérové pojistky na spodní ploše předního horního podélníku zajišťující desky v pevné poloze. Po zasunutí desek se zkontroluje, zda pérová pojistka zapadla přes přední hranu desky.

Před zasunutím nebo vysunutím krajních desek se doporučuje vyjmout ozdobnou krajnicí z PVC, přiléhající k bočnici. Krajnicí se vysune tahem v rovině předního panelu.

### 12. Návod k odstranění drobných závad

Přestože je při oživování a nastavování věnována přístroji maximální pozornost, mohou se za provozu vyskytnout určité závady, z nichž některé může uživatel odstranit, nebo alespoň lokalizovat sám.

- a) Po stisknutí tlačítka "MAINS" se nerozsvítí kontrolní žárovka: sejmete krycí skříčko žárovky a otvorem v předním panelu žárovku vyjmeme (např. pinsetou). Přesvědčíme se, zda nemá přerušené vlákno. V tom případě ji nahradíme novou (12 V/50 mA). Je-li žárovka v pořádku, zkontrolujeme pojistky P1 a P2, případně je nahradíme novými téže hodnoty (T 32 mA). V případě, že jsou pojistky v pořádku, provedeme kontrolu, zda není přerušena přívodní šňůra. Přístroj odpojíme od sítě a stiskneme síťové tlačítka "MAINS". Mezi oběma kolíky síťové vidlice musí být odpor cca  $700 \Omega$  (měřeno ohmetrem). Mezi zemnicí dutinkou vidlice a zemnicí svorkou přístroje se naměří zkrat. V případě, že měřením zjistíme přerušeni přívodní šňůry je třeba ji vyměnit.
- b) Po stisknutí tlačítka "MAINS" nebo v průběhu měření ručka měřidla vykazuje nulovou výchylku. Přesvědčíme se, zda je kabelem s konektory spolehlivě propojena měřka se skříní. Dále se přesvědčíme měřením napětí, zda je závada v měrci, v propojovacím kabelu nebo v napájecím zdroji. Vykezuje-li

měrka závadu, zkontrolujeme stav průchodky anody, případně měrku vyčistíme. V případě, že závada je v měrci nebo v kabelu je možno objednat náhradní přímo u výrobce. Je-li závada v napájecím zdroji, je nutno celý přístroj včetně měrky a kabelu zaslat do odborné opravy.

c/ Z konektoru pro zapisovač lze odebírat výstupní napětí, měřidlo však nevykazuje žádnou výchylku. Přesvědčíme se, zda není pro připojení zapisovače použita šestikolíková vidlice konektoru, která odpojuje výstupní měřidlo. V tomto případě je třeba použít správný pětikolíkový konektor z příslušenství přístroje.

d/ Měří-li měrka nepřesně, je nutno ji vyčistit podle bodu 11.

### 13. Organizace provádějící opravy

Opravy v záruční době provádí výrobce přístroje

Opravy mimo záruční dobu provádí

- v tuzemsku - Technické služby n.p. Laboratorní přístroje,  
Chotutice, 28103 Radim u Kolína

- zahraničí - jméno a adresu organizace, která provede opravu sdělí PZO, který přístroj dodal.

#### Dodatek:

Výrobce n.p. Laboratorní přístroje si vyhrazuje s ohledem na neustálý technický pokrok právo provádět konstrukční změny a odchylky v jednotlivých výrobních seriích přístroje, Změny konstrukční a materiálové budou v mezích jakosti a přípustné rozměrové tolerance dle ČSN.

Změny většího rozsahu musí být předem sjednány s hlavními odběrateli.

Legenda k obrázkům :

Obr. 1 Skříň vakuometru Penning

- 01 Měrka vakuometru Penning
- 02 Měrka s třmenem rychlospoje
- 03 Kabel s konektory pro připojení měrky ke skříni

Obr. 2 Měrka vakuometru Penning

- 01 Těleso měrky
- 02 Těleso výsuvného pólového nástavce
- 03 Průchodka s anodou
- 04 Kontakt anody
- 05 Permanetní magnet
- 06 Matice pro upevnění permanetního magnetu
- 07 Vnější kryt
- 08 Uzavírací kroužek
- 09 Výstelka průchodky
- 10 Šroub konektoru
- 11 Anoda
- 12 Štítek
- 13 Šrouby pro sevření měrky
- 14 Kroužek pryžový distanční
- 15 Těsnící "O" kroužek pryžový
- 16 Rychlospoj Js 16 se zásepkou
- 17 Krytka kontaktu anody
- 18 Podložka vymezující vůli

Obr. 3 Pohled na přední panel skříně VPG 1

- 01 Síťový vypínač
- 02 Kontrolní žárovka zapnutí přístroje
- 03 Mechanické nastavení nuly měřidla
- 04 Výstupní ručkové měřidlo

Obr. 4 Pohled na zadní panel skříně VPG 1

- 01 Kabel síťového přívodu
- 02 Pouzdra pojistek P1 a P2
- 03 Zemnicí svorka
- 04 Zásuvka pro připojení kabelu měrky
- 05 Zásuvka pro připojení zapisovače nebo programátoru vakua

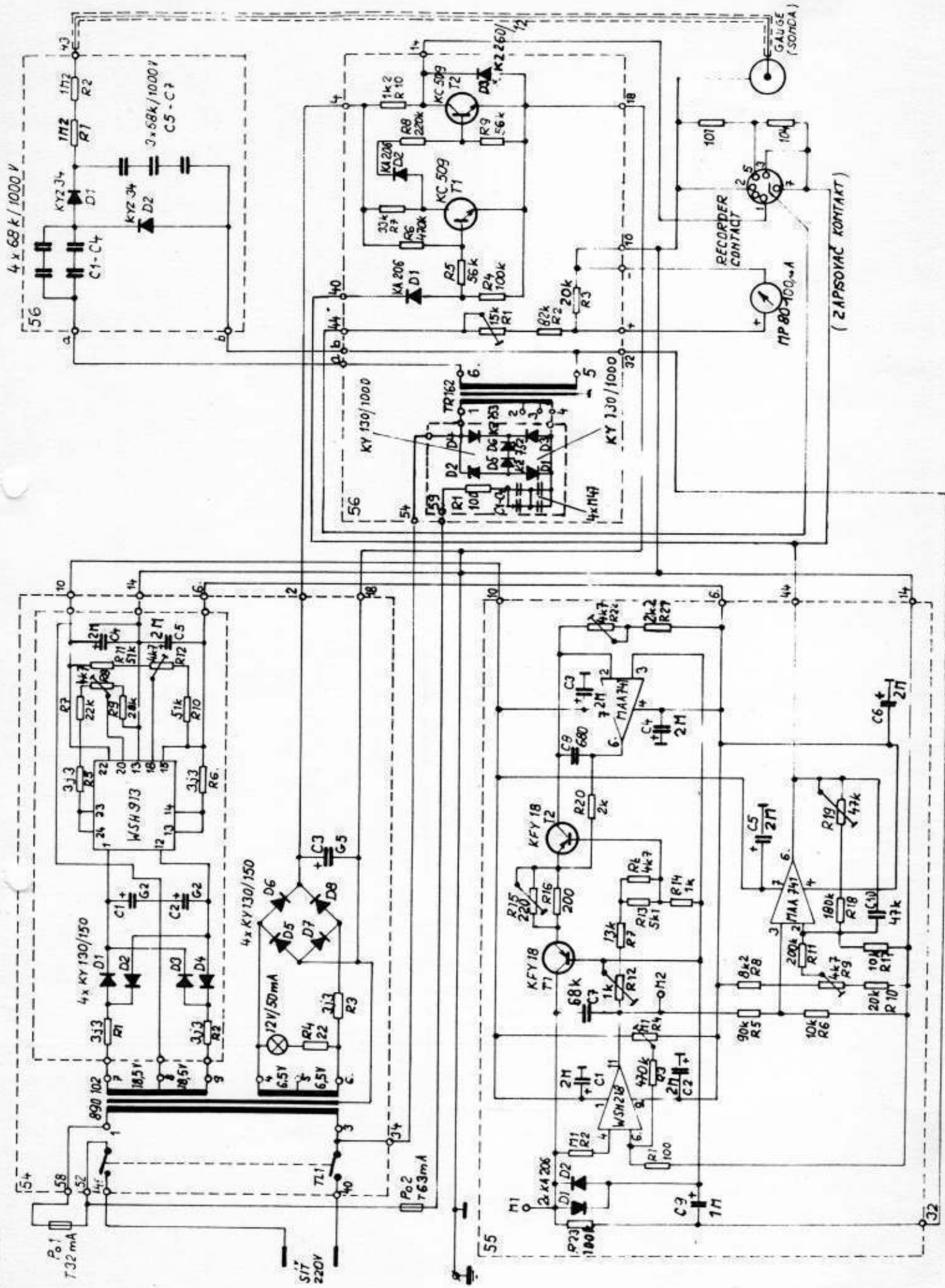
- Obr. 5      Pohled do přístroje se strany spodního krytu  
01      Trimr pro nastavení max. výchylky měřidla  
02      Trimr pro nastavení min. výchylky měřidla

Obr. 6      Schéma elektrického zapojení

Obr. 7      Graf závislosti výstupního napětí vakuometru  
na tlaku

Lp	Náhradní díly k vakuometru Penning - typ VPG 1	Příloha č. 1 k PTD	
		Počet lis. 1	Líst č. 1
Ceníkové číslo	N á z e v	Skup./ pos.	
Číslo výkresu			
4-2518 02 000	Měrka vakuometru Penning		
4-2518 03 000	Kabel s konektory		
37098	Kroužek "0" pryž 25 x 2		
37066	Kroužek "0" pryž 18 x 5		
23996	Vložka trubičková T 32 mA/250 V		
① 16077	Žárovka telefonní 12 V/50 mA		
4-2518 56 004	Výstupní měřidlo MZ 2A - 100/μA		
3-2515 54 000	Napájecí zdroj		
3-2518 55 000	Elektrometr		
3-2518 56 000	Vysokonapěťový zdroj s měřidlem		
② 24000	Vložka trubičková T 63mA/250V		



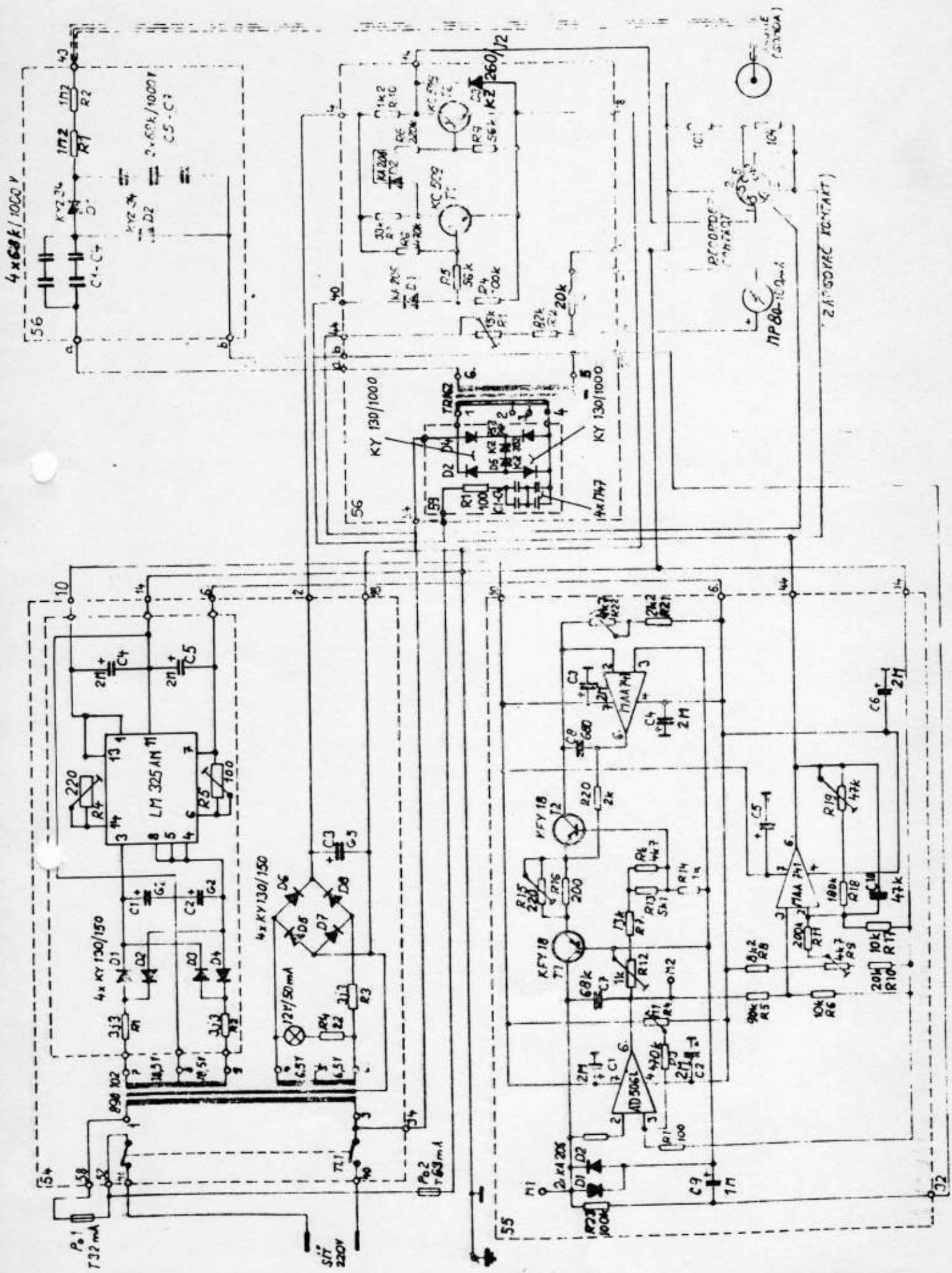


SCHEMA ZAPOJENI I

Obr. 6

PTD - VP6 1

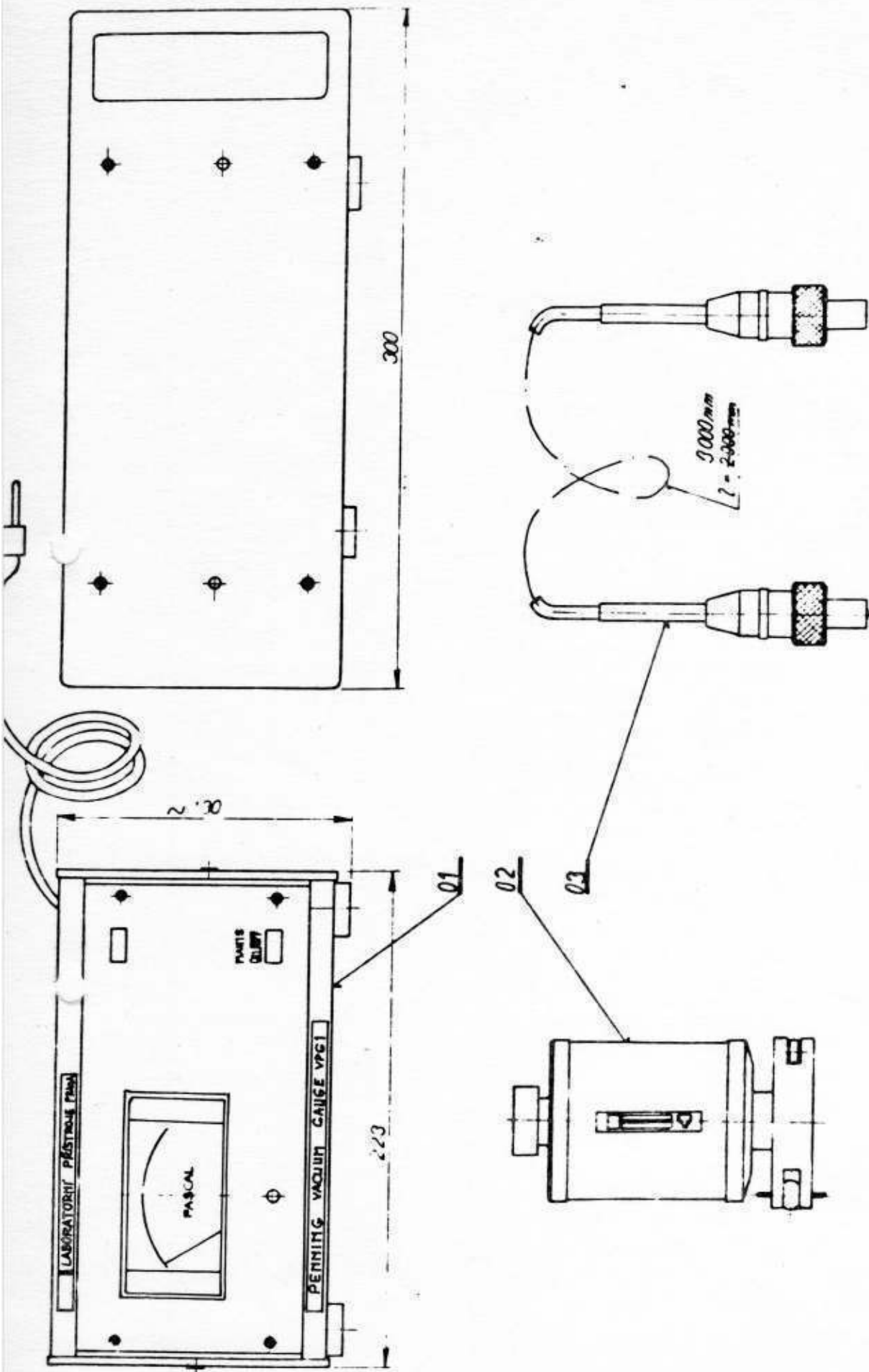
FOTOGRAFIJA



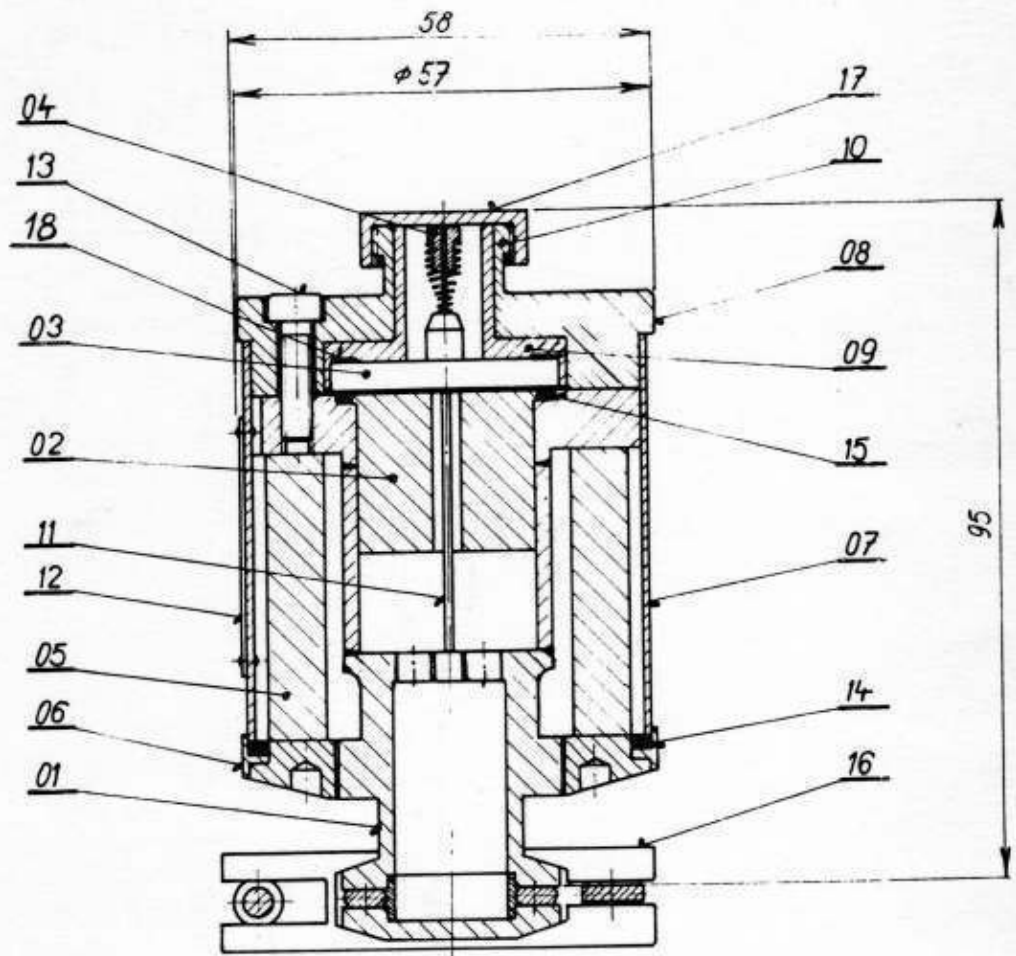
SCHEMA ZAPOJENI II

Obr. 7

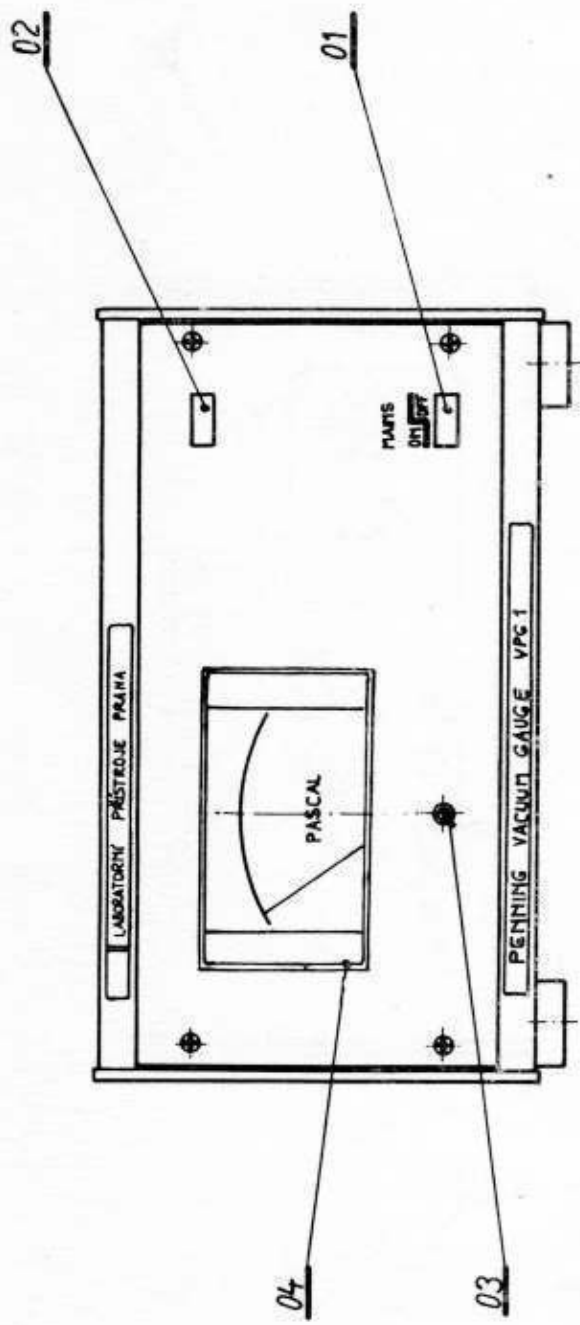
PTD-VPG 1



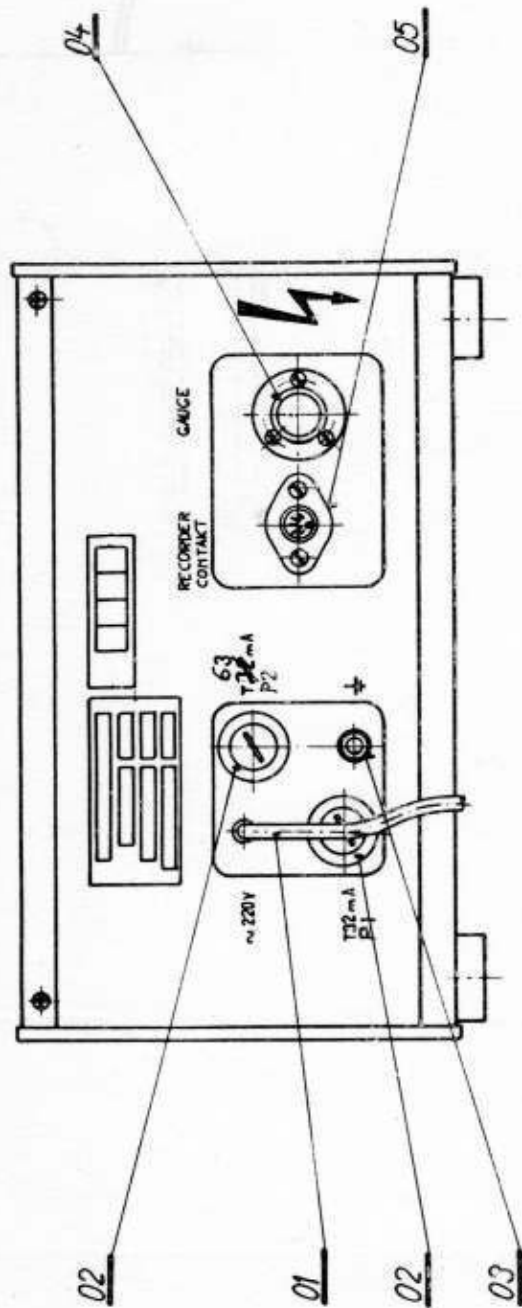
Obr 1



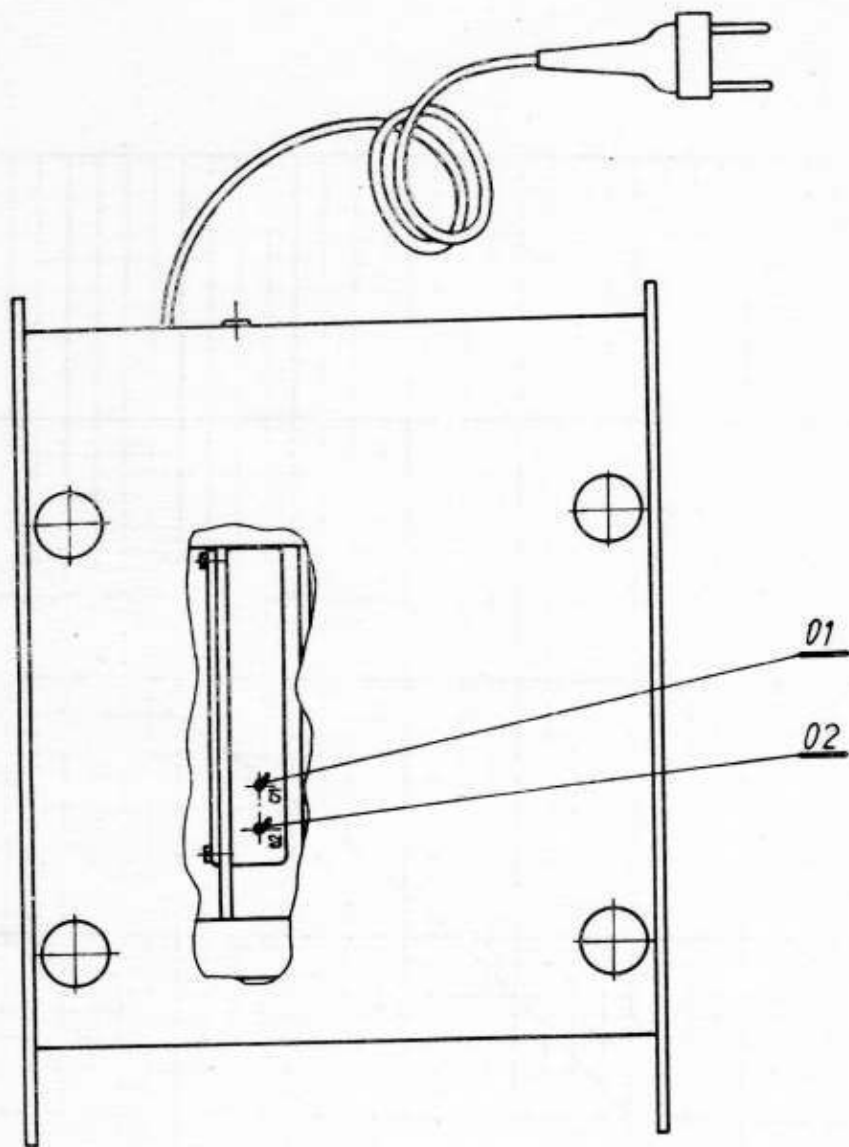
Obr. 2



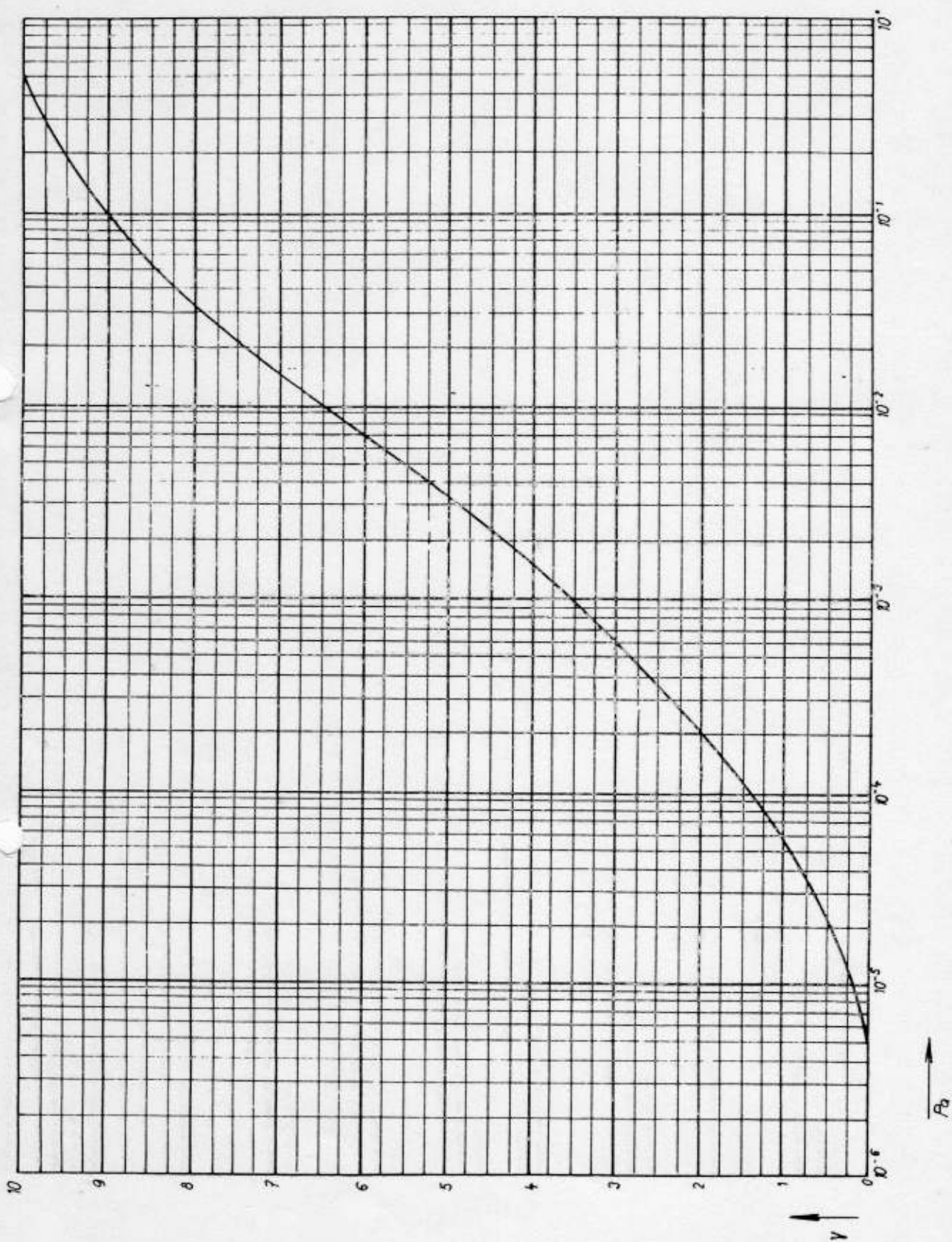
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 8