



# VYSOKOTLAKÉ ČERPADLO

## LCP 5080

### Návod k obsluze

Výrobce : INGOS s.r.o divize laboratorních přístrojů

Vývoj a konstrukce : PiKRON s.r.o

Dodavatel a servis : INGOS s.r.o                      Tel: +420 296 781 683  
  K Nouzovu 2090                               +420 296 781 692  
  14316 PRAHA 4                               Fax: +420 244 403 051  
  e-mail:pristroje@ingos.cz



(c) INGOS 2006

**ÚVOD**

**1**

**SCHOPNOSTI A SPECIFIKACE**

**2**

**UVEDENÍ DO CHODU**

**3**

**OBSLUHA**

**4**

**POPIS A FUNKCE ČERPADLA**

**5**

**PŘÍSLUŠENSTVÍ A NÁHRADNÍ DÍLY**

**6**

**ZÁRUKA**

**7**

**OBSAH**

**8**

# 1. ÚVOD

---

1

Čerpadlo je určeno pro preparativní kapalinovou chromatografii. Je rovněž použitelné všude tam, kde je třeba přesně čerpat kapaliny do nízkých i vysokých tlaků, přičemž čerpané kapaliny mohou být i silně agresivní. Nová konstrukce čerpacího bloku s "plovoucími" písty umožňuje čerpat i roztoky s krystalizujícími látkami.

Pomocí dvou čerpadel je možno realizovat gradient na straně vysokého tlaku.

Pro menší průtoky je možno objednat čerpadlo LCP5020 s průtokem 0.05 až 20 ml/min.

Dvouřádkový displej spolu s 36-ti tlačítkovou membránovou klávesnicí poskytují uživatelský komfort jak pro přímé ovládání, tak i pro programové řízení. Program může kromě řízení vlastního čerpadla včetně gradientových ventilů ovládat přídatná zařízení jako je dávkovač nebo laboratorní robot, případně i sekundární čerpadlo při tvorbě vysokotlakého gradientu.

Čerpadlo je konstruováno jako samostatně funkční přístroj, přičemž jej lze zapojovat do centrálně řízené účelové sestavy složené z více přístrojů. Sériová komunikace umožňuje spojit více přístrojů do kompletu pro HPLC nebo pro jiné účely. Umožňuje rovněž celý komplet ovládat a měření vyhodnocovat nadřazeným počítačem. Kromě sériové komunikace je přístroj opatřen konektorem se signály TTL pro řízení periferních zařízení, které nemají zabudovaný procesor.

## **Upozornění :**

Spojovací materiál je opatřen standardním závitem pro HPLC UNF10-32z/". Pozor na šrouby M5.

## 2. SCHOPNOSTI A SPECIFIKACE

### 2.1 Schopnosti

Precizní výkonná a spolehlivá mechanika spolu s moderní elektronikou a softwarem umožňují všestranné použití při zachování standardní ceny.

#### 2.1.1 Čerpací blok

Čerpací blok s "plovoucím" uložením pístů a s možností oplachu pístů za primární ucpávkou je vhodný pro čerpání všech používaných kapalin včetně roztoků, které na vzduchu krystalizují. Rozsah volitelného a plně reprodukovatelného čerpaného průtoku od 0.2 do 80.0 ml/min při tlaku od 0 do 20 MPa dělají čerpadlo vhodné jak pro preparativní, tak i pro některé analytické HPLC aplikace.

#### 2.1.2 Gradient

Spojením dvou čerpadel lze realizovat gradient na straně vysokého tlaku. Pro toto použití jsou čerpadla vybavena sériovou komunikací. Program je možno zadávat klávesnicí jednoho čerpadla nebo nadřazeným počítačem.

#### 2.1.3 Paměť

Všechny nastavené veličiny včetně programu jsou trvale uloženy v paměti i po vypnutí napájení přístroje.

#### 2.1.4 Vstupy a výstupy

Pro ovládání přídatných zařízení bez vlastní inteligence je čerpadlo vybaveno vstupy a výstupy (signály úrovně TTL).

### 2.2 Specifikace

Průtok .....	0.2 až 80 ml/min
Reprodukovatelnost průtoku .....	±0.1%
Objem jednoho zdvihu pístu .....	0.22 ml
Maximální tlak .....	20 MPa
Tlakové meze .....	0 až 20MPa volitelné po 1 MPa
Měření tlaku .....	tenzometrickým čidlem
zobrazení .....	digitální na displeji
výstup pro zapisovač .....	10 mV / 50 MPa
Ovládání	
klávesnice .....	membránová 36 kláves
zobrazení údajů .....	display 2 x 16 znaků
Časový program .....	500 programových řádků v čase do 640 minut možno rozdělit do více samostatných programů.
ovládané veličiny .....	průtok, koncentrace gradientu, výstupní řídicí signály, počet cyklů.

Komunikace .....	RS485 nebo RS232
Řídící signály	
vstupy .....	2 (úroveň TTL)
výstupy .....	4 (úroveň TTL)
Gradient	
vysokotlaký .....	dvěma čerpadly
nízkotlaký .....	třísložkový, přídatnými ventily
přesnost .....	±1%
Rozměry (š x v x h) .....	240 x 130 x 360 mm
Hmotnost .....	12 kg
Napájení .....	230 V, ±10%, 50 Hz
Kategorie přepětí v instalaci .....	II.
Příkon .....	60 VA Závisí na průtoku a tlaku

Čerpadlo LCP5080 je určeno pro čerpání kapalin používaných pro vysokotlakou kapalinovou chromatografii které nepoškozují materiály čerpadla, které jsou ve styku s čerpanou kapalinou. Jsou to nerezavějící ocel 17246, PEEK, TEFLON a safír. Na objednávku může být ocel nahrazena PEEKem.

Přístroj je určen pro prostředí s teplotou 15 až 35 °C; vlhkostí do 80% bez výparů kyselin a žiravin.

Obsluha musí být poučena o bezpečnostních předpisech a o práci s používanými kapalinami.

## 3. UVEDENÍ DO CHODU

---

### 3.1 Vybalení

Pečlivě vybalte čerpadlo z přepravního obalu. Prohlédněte vnější část přístroje neutrpěla-li během přepravy viditelné škody. Došlo-li během přepravy k nějakému poškození, obraťte se na přepravní společnost.

Podle balicího listu (6.1) zkontrolujte všechny položky. Při nesouhlasu pečlivě prohlédněte veškerý balicí materiál. V případě, že některá položka chybí, obraťte se na výrobce nebo Vašeho dodavatele.

Umístěte čerpadlo na stůl a seznamte se s rozmístěním a funkcí ovládacích a připojovacích prvků. Před prvním zapnutím se důkladně seznamte s obsluhou přístroje viz 4.

Zařízení neklade žádné požadavky na přídatné větrání.

#### 3.1.1 Co potřebujete

Pro uvedení čerpadla do chodu budete potřebovat následující položky:

1. Ostatní díly kapalinového chromatografu: dávkovací ventil, kolonu, detektor.
2. Jednu nebo více láhví s mobilní fází. Doporučuje se používat láhve jejichž zátky jsou opatřeny prostupy pro hadičky. Je vhodné používat hadičky opatřené vstupními filtry. Vlastní hadičky musí odolávat čerpaným kapalinám. Tyto lahve se zásadně nepokládají na čerpadlo.
3. Příslušné trubky a spojovací materiál pro připojení dávkovacího ventilu a všech dílů chromatografu.
4. v případě čerpání kapalin obsahujících krystalizující látky potřebujete ještě oplachovou kapalinu (ve většině případů destilovanou vodu) Oplachová kapalina má krystalizaci zamezit a případné krystaly rozpustit. Oplachování může být podle vlastností čerpané látky občasné nebo trvalé.

#### 3.1.2 Ovládací a připojovací prvky

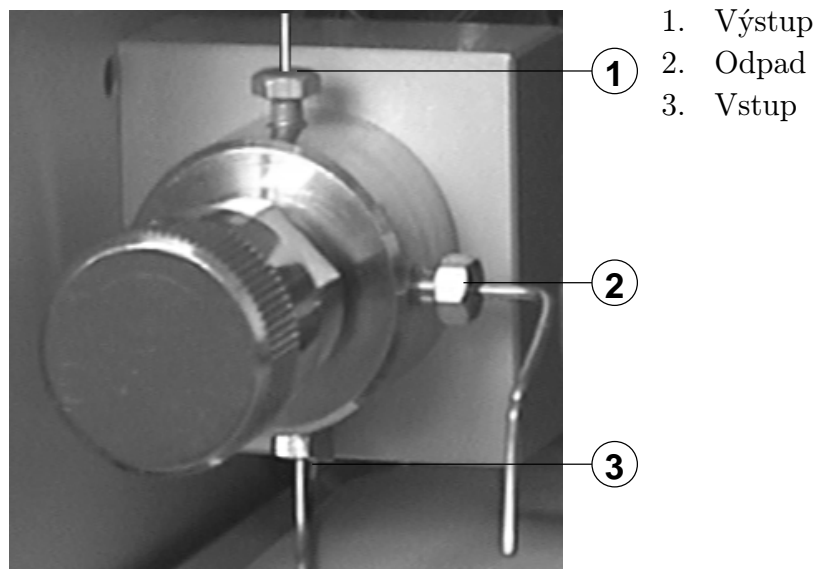
Síťový vypínač je umístěn na zadním panelu vpravo. Po jeho zapnutí se rozsvítí podsvětlení displeje a obvykle jedna složka gradientu.

Na předním panelu je membránová klávesnice a display 2 x 16 znaků.

Subpanel přívodu mobilní fáze a přívodu odpadu oplachové kapaliny pro oplachy pístů mezi primární a sekundární ucpávkou je umístěn vlevo za předním panelem .

Oplach pístu je možno provádět trvale pomocí peristaltické pumpy nebo samospádem (kapačkou), nebo občasně stříkačkou. Intenzita oplachu závisí na typu čerpané kapaliny. Pokud čerpaná kapalina může tvořit krystaly je nutný trvalý, nebo velmi častý oplach, jinak je potřeba pouze udržovat opachový systém zavodněný. Vstup a výstup je zakončen kuželem LUER používaným v medicíně.

Odvzdušňovací ventil (viz obr. 1) s výstupním a odpadním šroubením je umístěn vpravo za předním panelem. Vlastní odvzdušnění se provádí otočením ovládacího knoflíku.



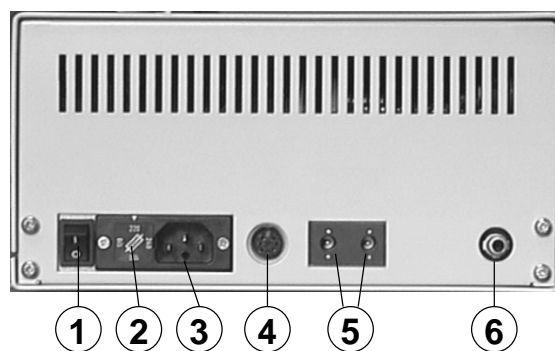
1. Výstup
2. Odpad
3. Vstup

Obr. 1. Odvzdušňovací ventil

líku, spuštěním většího průtoku, obvykle povelom PURGE. Odvzdušnění se ukončuje snížením průtoku a uzavřením ventilu. Pořadí operací nutno dodržet.

### 3.1.3 Zadní panel

Na zadním panelu jsou umístěny veškeré elektrické připojovací prvky nutné pro připojení k síti, kontrolního měření tlaku, a veškerých komunikací viz obr. 2



- |                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| 1. Vypínač         | 4. Aux. output  |
| 2. Pojistka        | 5. Komunikace   |
| 3. Síťová přívodka | 6. Výstup tlaku |

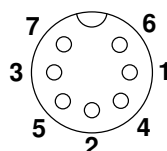
Obr. 2. Zadní panel

*Aux. output:* Konektor s logickými signály úrovně TTL pro řízení přídavných zařízení (4 výstupní - řídicí, 2 vstupní - pro potvrzení vykonané funkce). Prostřednictvím tohoto konektoru je možno řídit poměrně složitá zařízení (na příklad pro přípravu a dávkování vzorku), přičemž toto zařízení nemusí mít vlastní inteligenci. Zapojní vývodů viz obr. 3

**Komunikace:** Dvojice konektorů sítě  $\mu$ LAN pro dvou vodičové propojení celého souboru přístrojů sdružených do účelové sestavy. Síť  $\mu$ LAN je elektricky kompatibilní s normou RS 485. Alternativně možno dodat RS232.

**Výstup tlaku:** Konektor s analogovým signálem pro měření tlaku 10 mV / 50 MPa. Umožňuje připojení liniového zapisovače při registrování tlaku.

Připojení k napájení a propojení ostatních dílů chromatografu provádějte pouze kabely, které jsou dodány výrobcem. Konektory jsou vzájemně nezaměnitelné.



- |             |             |
|-------------|-------------|
| 1. Výstup 1 | 5. Výstup 3 |
| 2. Zem      | 6. Vstup 5  |
| 3. Výstup 4 | 7. Vstup 6  |
| 4. Výstup 2 |             |

Obr. 3. Konektor vstupů a výstupů

### 3.1.4 Čerpací blok

Vstupy a výstupy oplachové kapaliny jsou hadičkami propojeny na subpanel. V některých případech je možno přivádět oplachovou kapalinu přímo na příslušné vstupy a výstupy čerpacího bloku (viz obr. 7) při vyloučení spojů na subpanelu. Připojovací koncovky hadiček mají opět kužel LUER.

Poznámka: V případě poškození primární ucpávky začne čerpaná kapalina vytékat vstupy oplachové kapaliny. V případě poškození sekundární ucpávky, by oplachová kapalina vytékala havarijními otvory.

## 3.2 Klávesnice a displej

Dvouřádkový displej spolu s 36-ti tlačítkovou membránovou klávesnicí poskytují uživatelský komfort jak pro přímé ovládání, tak i programové řízení. Program může kromě řízení vlastního čerpadla včetně gradientových ventilů ovládat přídavná zařízení jako je dávkovač nebo laboratorní robot, případně i sekundární čerpadlo při tvorbě vysokotlakého gradientu.

Funkce jednotlivých kláves je následující:

**MOTOR START** spustí čerpání zvoleným průtokem. (viz 4.1.1) Čerpání je indikováno kontrolkou a je hlídána horní i dolní tlaková mez.

**PURGE** přepíná mezi čerpáním zvoleným průtokem a průtokem PURGE. Ten je nastaven na 8 ml/min. Což je hodnota vhodná při práci s analytickou kolonou. Při větších průtocích není tato funkce zapotřebí. V režimu purge není dolní tlaková mez hlídána. Horní tlaková mez je nastavena na 1 MPa. Činnost je indikována kontrolkou. Návrat opakovaným stiskem PURGE nebo MOTOR START.

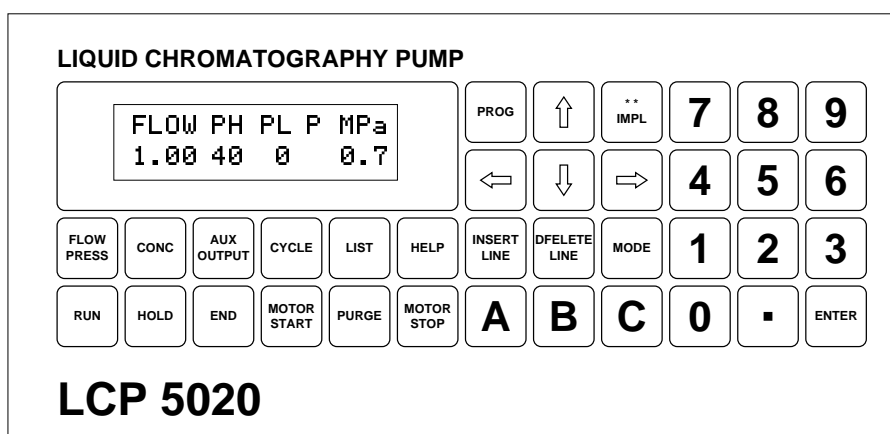
**MOTOR STOP** zastavuje čerpání. V programovém režimu je nutno zastavení potvrdit viz 4.2.

**A** **B** **C** u čerpadla s ventily pro gradient na straně nízkého tlaku přepínají složky mobilní fáze. Aktivní složka je indikována kontrolkou. Po zapnutí je aktivní složka A.

**RUN** spustí programové řízení cyklu, je-li program ve vnitřní paměti.

**HOLD** pozastaví běh programu.

**END** přerušuje běh programu a vrací všechny časově závislé hodnoty do stavu, jak jsou zadány programem v čase 0.00 (viz 4.3), a to i v případě přímého řízení (viz 4.1).



Obr. 4. Klávesnice

**PROG** přepne ovládání do editace programu (viz 4.3).

**MODE** modifikování konfigurace čerpadla, sestavy, provozu (viz 4.5).

**1** až **0** a **.** zadávání číselných údajů.

**ENTER** klávesa pro potvrzení zadaného čísla, případně pro výběr z nabídky.

**↑** **↓** **←** **→** směrové klávesy pro pohyb kurzoru pod jednotlivými pozicemi displeje.

**HELP** poskytne aktuální uživatelské informace. dvojnásobným stisknutím se vyvolá návod k používání HELPu. Při užití příkazu HELP jsou aktuální klávesy **ENTER** a **↑** **↓** **←** **→**. Směrové klávesy umožňují pohybem kurzoru výběr a **ENTER** vybrané potvrdí.

**LIST** umožní prohlídku seznamu programů a výběr jednoho z nich pro spuštění nebo editaci. Pokud je naprogramován pouze jeden program, není třeba používat (viz 4.4).

**CYCLE** **AUX OUTPUT** **CONC** **FLOW PRESS** tyto klávesy slouží k přepínání jednotlivých displejů.

**A** **B** **C** slouží k přepínání jednotlivých složek gradientu viz 4.1.2

**IMPL** **INSERT LINE** **DELETE LINE** tyto klávesy se používají při tvorbě programu viz 4.3

## 4. OBSLUHA

### 4.1 Přímé ovládání

Funkce klávesnice a displeje, v čase kdy neběží program.

Je umožněno řízení čerpadla bez ohledu na program uložený ve vnitřní paměti. Po případném doběhnutí programu nebo přerušení běhu klávesou **END** je možno okamžitě čerpadlo řídit tímto způsobem. Všechny časově závislé hodnoty po povelu END jsou uvedeny do stavu, jak jsou zadány v programu pro čas 0.00 viz 4.3. Stane se tak i po zapnutí přístroje.

#### 4.1.1 Volba průtoku a tlakových mezí

Stisk klávesy **FLOW PRESS** vyvolá následující uspořádání displeje.

FLOW	PH	PL	P	MPa
2.50	20	5	12.8	

Kurzor oznamuje možnost změny průtoku. Provádí se napsáním čísla v rozmezí 0.00 až 20.0 ml/min a stiskem klávesy **ENTER**.

Přesunem kurzoru klávesami **←**, **→** pod pozice PH nebo PL je možno nastavit tlakové meze v rozmezí 0 až 20MPa. Horní tlaková mez PH zastaví čerpání při každém překročení tlaku ve všech režimech činnosti čerpadla. Dolní tlaková mez PL signalizuje nebo zastaví čerpání ve všech režimech kromě čerpání v režimu PURGE. V režimu MODE viz 4.5 je možno nastavit, zda se má při poklesu tlaku pod hranici PL čerpání zastavit, nebo pokles tlaku pouze signalizovat.

Na poslední pozici displeje je zobrazen aktuální tlak P [MPa]. Tlak je na displej vypisován při každém zdvihu pístu. Pokud je čerpání zastaveno je tlak vypisován jednou za 0.01 min.

Poznámka: Po spuštění čerpání povelom START hlídá software správný náběh tlaku nad dolní tlakovou mez. Pokud je čerpadlo řádně od vzdušněno a po zapnutí tlak stále roste není hlášena porucha, i když je tlak pod úrovní PL. Pokud tlak při startu kolísá, je hlášena chyba. V tomto případě je vhodné snížit mez PL na nulu a vysledovat příčinu.

#### 4.1.2 Nízkotlaký gradient

Isokratické čerpání až tří složek u čerpadla osazeného ventilovou soupravou pro realizaci gradientu na straně nízkého tlaku.

Displej pro nastavení koncentrací se vyvolá klávesou **CONC**.

FLOW	%A	%B	%C
2.50	50	30	20

Umožňuje zadat koncentraci složky B, alternativně složky C v rozmezí 0 až 100%. Složka A je dopočítávána. Současně lze volit i průtok. Přitom 100% každé složky je možno vyvolat klávesami **A** **B** **C** a to, i při zobrazeném libovolném jiném displeji.

### 4.1.3 Vysokotlaký gradient

Pokud hydraulicky a elektronicky spojíme dvě čerpadla máme možnost použít vysokotlaký gradient. Pomocí funkce MODE nastavíme čerpadlo do režimu vysokotlakého gradientu viz kapitola 4.5, potom klávesou **CONC** vyvoláme následující displej.

```
FLOW  %A  %B  %C
2.50  80  20
```

Zde můžeme nastavit koncentraci složky B ("SLAVE"), složka A se dopočítá do 100%.

### 4.1.4 Řídící vstupy a výstupy

Ovládání výstupních povelů a čtení zpětných ohlasů.

```
AUX      -S-  -R-
OUTPUT  1234  56
```

Výstupní povel (signály TTL) -S- se ovládají číselnou klávesnicí, kde stisk kláves **1** až **4** povel vyvolá a opětovný stisk zruší.

Zpětné ohlasy -R- jsou pouze zobrazovány.

4

## 4.2 Běh programu

Po odstartování klávesou **RUN** (svítí kontrolka klávesy RUN), je možno vyvolávat pouze informace o vykonávaných funkcích nebo hodnotách. Lze upravit počet cyklů viz 4.2.4.

Po odstartování programu je možno ve výjimečných případech čerpání i běh programu zastavit. Vykonání povelů klávesami **MOTOR STOP**, **END** a **HOLD** je podmíněno dalším potvrzením NO ( 0 ) YES ( 1 ). Potvrzení je možno provést buď polohou kurzoru pod NO nebo YES s odesláním ENTER (kurzor je na počátku pod NO) nebo klávesami **0** a **1**. Tímto je chráněn běh programu před neuváženým stiskem uvedených kláves.

Běh programu se přerušuje klávesou **END**. Tím se přejde do stavu 4.1, ve kterém lze provádět veškeré zásahy včetně přechodu do 4.3. Každý stisk klávesy **END** vrací programované veličiny na hodnoty zvolené programovým řádkem v čase 0.00.

Klávesou **HOLD** lze běh programu zastavit a opětovným stiskem spustit pokračování běhu programu. Po čas povelu HOLD pokračuje původní odečet času a všechny programem řízené veličiny a funkce jsou fixovány ve stavu, ve kterém byly v okamžiku povelu HOLD. Funkce HOLD je zobrazena svícením kontrolky na klávese HOLD a blikající hodnotou aktuálního času. Po opětovném spuštění běhu programu (provádí se dalším stiskem klávesy HOLD) je zobrazován čas vrácený na hodnotu okamžiku začátku HOLD.

### 4.2.1 Zobrazení aktuálního času, průtoku a tlaku

Klávesou **FLOW PRESS** se za běhu programu vyvolá tento displej:

```
TIME FLOW  P MPa
1.34 2.35  12.6
```

Vidíme na něm aktuální hodnoty času, průtoku a tlaku.

#### 4.2.2 Zobrazení času a koncentrací

Zobrazení času a aktuálních koncentrací nízkotlakého gradientu tvořeného ventilovou soupravou se vyvolá klávesou `CONC`.

TIME	%A	%B	%C
1.36	48	23	29

Zobrazení času a koncentrací vysokotlakého gradientu tvořeného dvěma čerpadly.

TIME	%A	%B
3.40	30	70

#### 4.2.3 Zobrazení vstupů a výstupů

Klávesa `AUX OUTPUT` vyvolá zobrazení aktuálního stavu výstupních povelů úrovně TTL a zpětných ohlasů.

TIME	-S-	-R-
1.37	1234	56

#### 4.2.4 Zobrazení počtu cyklů

Zobrazení předvolby programových cyklů, klávesa `CYCLE`.

CYCLE	ACTU	FINAL
20	11	9

Význam jednotlivých položek je následující:

CYCLE - zvolený počet programových cyklů

ACTU - číslo právě probíhajícího cyklu,

FINAL - zbývající počet nezačatých cyklů.

Kurzor oznamuje, že počet cyklů lze měnit. Provede se napsáním nového počtu + ENTER. Na příklad zadáním čísla 15 se displej změní následovně:

CYCLE	ACTU	FINAL
15	0	15

Po dokončení cyklu 11 z předchozího souboru začne odpočítávání nového souboru. Zadáním čísla 0 dojde po doběhu právě probíhajícího cyklu k ukončení souboru.

### 4.3 Editace programu

Základní klávesy pro editaci programu.

`PROG` zapnutí a vypnutí programového módu. Při zapnutém programovém módu svítí kontrolka u klávesy prog.

`INSERT LINE` přidání řádky programu před zobrazenou řádku.

`DELETE LINE` smazání zobrazené řádky programu.

↑ ↓ posun po jednotlivých řádcích programu pokud je kurzor pod položkou TIME. Při vstupu do programovacího modu se objeví první řádka programu s časem 0.00. V čase 0.00 je třeba provést nastavení všech nenulových veličin (průtoku, koncentrací, výstupních řídicích signálů).

Je možno a v čase 0.00 je často nutné napsat několik řádek se stejným časem.

Je možno ke stejnému času přiřadit i dvě různé hodnoty stejné veličiny. Změna veličiny proběhne skokem ve sledu posloupnosti řádek.

Při prvním psaní programu nebo při prodlužování programu je poslední řádka označena "End of program". Jedná se pouze o znázornění hranice mezi programem a volnou pamětí. Pokud není napsána řádka pro ukončení programu, zůstanou programované veličiny na hodnotách daných posledními programovými řádkami pro danou veličinu. Program, který není ukončený řádkou END běží až do 640 minut, pokud není přerušen manuálně klávesou **END**.

Program ukončený řádkou END a napsáním času, po doběhnutí na zadaný čas vydá zvukový signál a vypíše "End of program". Všechny programované veličiny jsou uvedeny na hodnoty pro čas 0.00. Pokud není využito cyklování programu viz 4.2.4 je nutno vzít ukončení programu na vědomí stiskem libovolné klávesy.

Klávesa **INSERT LINE** umožňuje vložení programové řádky do napsaného programu. Po stisku INSERT se vypíše na displej nabídka ve které se vybírá typ řádky pomocí ↑, ↓ a **ENTER**.

```
Exit
Flow
Concentration
Auxual outputs
End of cycle
Wait for switch
Send mark
Aux valves
Grad valves
Press correction
Slave aux valves
Slave grad valv.
Exit program mod
```

Řádka se vloží před zobrazenou řádku. Vložená řádka nabídne čas řádky předchozí. Čas je možno měnit v rozmezí mezi časem předchozí a následující řádky. Software nedovolí napsat čas mimo časovou posloupnost.

Základní typy řádky lze vložit i pouhým stisknutím kláves **FLOW** **CONC** **AUX OUTPUT** **END** a výsledek je stejný jako při postupu přes **INSERT LINE**.

Každé vložené číslo je nutno potvrdit **ENTER**. Kurzor přejde na následující pozici a z konce řádky na začátek následující řádky.

### 4.3.1 Programování průtoku

Volba průtoku v závislosti na čase. Řádka je vyvolána klávesou `FLOW PRESS`.

TIME	FLOW
1.50	6.00

Kurzor pod TIME oznamuje možnost skoků po naprogramovaných řádkách v časové posloupnosti. Zároveň oznamuje možnost přepsat čas dané řádky.

Čas lze nastavit v rozmezí 0 až 640 min s přesností na tři platné číslice. To znamená: 0.00 až 9.99 minut po 0.01 min, 10.0 až 99.9 minut po 0.1 min, 100. až 640. minut po 1 min.

Průtok se mezi hodnotami jednotlivých řádek mění lineárně. Pokud chceme skokovou změnu průtoku, je nutné zadat dva řádky v jednom čase.

### 4.3.2 Nízkotlaký gradient

Volba koncentrací realizovaných trojicí ventilů na straně nízkého tlaku.

Podmínkou je instalovaná ventilová souprava. Řádek je vyvolán klávesou `CONC`, případně z menu `INSERT LINE` příkazem Concentration. Pokud je čerpadlo přepnuto do režimu vysokotlakého gradientu nízkotlaký gradient nelze použít, lze pouze přepínat jednotlivé ventily viz 4.3.3.

TIME	%B	%C
2.30	30	20

Lze volit koncentrace pro složku B a C, složka A se doplní do 100%. V časovém úseku mezi jednotlivými řádky jsou vypočítávány koncentrace tak, že přechod z jedné zadané koncentrace na druhou je lineární. Pokud se daným řádkem má řídit pouze jedna složka a druhá složka je řízena jinými řádky, zadává se místo koncentrace druhé složky symbol "\*\*\*" klávesou IMPLIC. Na obr. 5 vidíme průběh koncentrací pro tento program:

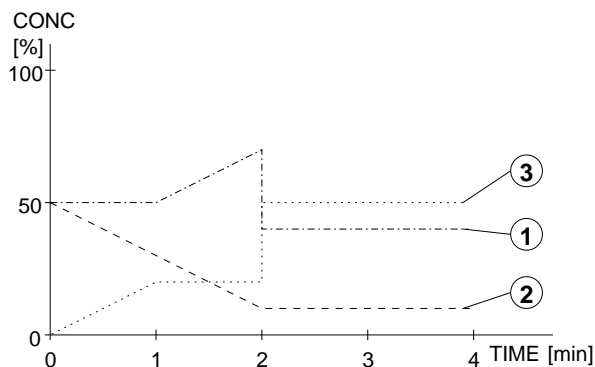
TIME	%B	%C
0.00	50	0
1.00	**	20
2.00	10	20
2.00	10	50

### 4.3.3 Skokový gradient

Pokud chceme realizovat skokový gradient pouze přepínáním jednotlivých složek, můžeme využít funkci Grad valves z menu `INSERT LINE`.

TIME	Grad Valve
5.10	A

I když čerpadlo používáme v režimu vysokotlakého gradientu, můžeme tímto příkazem ovládat gradientový ventil.



1. Koncentrace složky A
2. Koncentrace složky B
3. Koncentrace složky C

Obr. 5. Průběh koncentrací pro ukázkový program

#### 4.3.4 Přídavné ventily

Na TTL výstupy je možno připojit až 8 externích ventilů, které se ovládají funkcí Aux Valves z menu `INSERT LINE`.

```

TIME    Aux Valve
5.10    5

```

Tyto ventily je možno použít na vstupu čerpadla pro přepínání mobilní fáze, nebo na výstupu z detektoru jako primitivní sběrač frakcí.

#### 4.3.5 Vysokotlaký gradient

Tvorba koncentračního gradientu řízením průtoku dvou čerpadel.

Předpokladem jsou dvě čerpadla propojená vzájemně hydraulicky a elektronicky spojovacím kabelem sítě  $\mu$ LAN a příslušným nastavením parametrů v režimu MODE. Na řízeném čerpadle "SLAVE" se nic nezadá.

Na řídicím čerpadle "MASTER" se volí průběh všech řízených veličin včetně % průtoku čerpadla "SLAVE". Procenta průtoku čerpadla "MASTER" jsou dopočítávána.

```

TIME    %B
3.40    30

```

Je-li čerpadlo "MASTER" vybaveno současně ventilovou soupravou, je možno programem přepínat jednotlivé složky A, B, C viz 4.3.3.

Je-li vybaveno ventilovou soupravou čerpadlo "SLAVE" použijeme pro přepínání ventilů řádku Slave grad valv.

```

TIME    Slave Grad
5.10    A

```

Pokud máme k "SLAVE" čerpadlu připojeny přídavné ventily můžeme je programově řídit příkazem Slave aux valves.

```

TIME    Slave Aux
5.10    3

```

### 4.3.6 Výstupní řídicí signály

Klávesa `AUX OUTPUT` vyvolá modifikaci displeje umožňující programem ovládat výstupní povely (signály) -S-. Je-li kurzor v poli TIME je možno měnit čas programového řádku.

```
TIME    -S-   AUX
1.37    1234  OUTP
```

Klávesami `1` `2` `3` `4` je možno stav výstupních povelů pro následující časový úsek změnit. Opakovaný stisk čísla povel aktivuje i ruší.

### 4.3.7 Vstupní řídicí signály

Pomocí klávesy `INSERT LINE` výběrem položky `Wait for switch` vložíme do programu povel pro čekání na vstupní signál.

```
TIME
0.00  Wait for SW
```

Program se zastaví na tomto řádku. Čas sice běží dál ale bliká. Program je pozastaven (stejně jako při funkci HOLD) až do okamžiku než přijde signál ze vstupu 5. Pak pokračuje běh programu a ukazovaný čas se vrátí na čas řádky `Wait for switch` a odtud běží dál.

### 4.3.8 Vyslání značky

Pomocí klávesy `INSERT LINE` výběrem položky `Send mark` vložíme do programu povel pro vyslání značky přes síť  $\mu$ LAN.

```
TIME Mark to ADR
0.00                2
```

Tento příkaz vyšle v daném čase značku MARK přes síť  $\mu$ LAN, do přístroje daného adresou ADR.

### 4.3.9 Ukončení programu

Klávesou END vložíme řádku konce programu. Ukončí běh programu a nastaví parametry zadané v čase 0.00

```
TIME
8.70  ** End **
```

## 4.4 Multiprogramový režim

Operační paměť vestavěného počítače umožňuje naprogramovat a uložit více programů. Vstup do multiprogramového režimu se provádí klávesou LIST.

```
NUM  PROGRAM
1:  Benzen
```

Programy jsou automaticky číslovány a je možno k číslu programu přiřadit i jméno. Pokud byl první program naprogramován bez použití funkcí pro více programů, je uložen pod číslem 1: , přičemž ":" oznamuje, že program existuje. Jméno je možno vytvořit posunem kurzoru  $\leftarrow$   $\rightarrow$  na konkrétní pozici a klávesami  $\uparrow$   $\downarrow$  je možno vybrat písmena, čísla i speciální znaky.

Vybraný program se potvrdí  $\text{ENTER}$ . Tím se odejde z výběrového režimu a program je po aktivaci spustitelný. Aktivizací se rozumí stisk klávesy END. Pokud se toto neprovede, nápověda na displeji pomůže.

Vybraný program je možno editovat viz 4.3. Pokud se programuje program nový, stačí potvrdit v režimu LIST poslední číslo programu a v režimu 4.3 provést programování. Jméno lze dopsat dodatečně.

V režimu LIST je klávesou  $\text{DELETE LINE}$  možno program vymazat. Po vymazání programu, jsou programy s číslem vyšším přečíslovány.

## 4.5 Nastavení dalších parametrů

Následující instrukce slouží k zadání funkcí mimo možnosti přímé volby z klávesnice, modifikaci software pro práci v sestavě přístrojů a k získání informací, které nejsou dostupné základními povely klávesnice.

Vstup stiskem  $\text{MODE}$

Výstup stiskem  $\text{FLOW}$   $\text{CONC}$   $\text{AUX}$   $\text{CYCLE}$ . Vystoupit lze i stiskem  $\text{RUN}$  a  $\text{PROG}$ , přičemž je vykonána funkce těchto kláves.

Po vstupu do MODE je displejem nabídnuto menu:

```
Exit
Hw test
Monitor
Procesor speed
Memory clear
Comunication
Grad. by flow
Gradient valves
User timer/alarm
Press Correct
```

Význam jednotlivých položek je následující:

Exit .....	Výstup z MODE
Hw test .....	Test hardware. Pouze pro servisní účely.
Monitor .....	Přístup k registrům a paměti procesoru. Pouze pro servisní účely.
Procesor speed .....	Test zatížení procesoru. Pouze pro servisní účely.
Memory clear .....	Vymazání programu a všech uložených hodnot.
Comunication .....	Volba formy a parametrů komunikace.
Grad. by flow .....	Výběr způsobu tvorby gradientu pomocí dvou čerpadel.

Gradient valves ..... Výběr způsobu tvorby gradientu pomocí ventilů.

User timer/alarm ..... Odečet času .

Výběr se provádí kurzorovými klávesami a **ENTER**.

#### 4.5.1 Nastavení komunikace

Z menu **MODE** vybereme funkci Communication.

```
Adr kBd Form Set
4 19.2
```

Nastavíme adresu a komunikační rychlost. Standardní rychlost je 19.2 kBaud. Všechny přístroje i počítač musí mít stejnou komunikační rychlost. Přístroje spojené do jedné sítě nesmí mít stejné adresy. Adresy se musí pohybovat v rozsahu 3 až 126, většinou se používá rozsah 3 až 20. Adresy 0 a 1 jsou rezervované, adresu 2 má vždy řídicí počítač.

#### 4.5.2 Nastavení vysokotlakého gradientu

Pokud chceme používat vysokotlaký gradient, spojíme výstupy dvou pump, propojíme pumpy komunikačním kabelem a nastavíme komunikaci (kapitole 4.5.1).

V tomto režimu je jedna pumpa "MASTER" a druhá "SLAVE". Vše se ovládá z pumpy "MASTER", na pumpě "SLAVE" je aktivní pouze klávesa **STOP**.

Zvolíme "MASTER" pumpu a na ní z menu **MODE** vybereme funkci Grad. by flow.

```
GRADIENT SLAVE
By Flow 5
```

Pomocí kláves **↑** **↓** vybereme gradient By Flow a nastavíme adresu "SLAVE" pumpy.

### 4.6 Start analýzy dávkovacím ventilem

Pokud máme dávkovací ventil s ohlasem, můžeme naprogramovat program tak, aby se odstartovala analýza otočením ventilu.

Do programu je nutno v čase 0.00 zařadit řádku Wait for switch viz 4.3.7.

```
TIME Wait for SW
0.00
```

Tato řádka zajistí čekání programu na otočení dávkovacího ventilu.

Jako následující řádku v čase 0.00 je nutno zařadit Send mark na adresu 2.

```
TIME Mark to ADR
0.00 2
```

Tato řádka zajistí vyslání značky na adresu 2. Adresu 2 má přiřazenu počítač a tato značka odstartuje integrační program.

## 4.7 Rutinní údržba a servis

Čerpadlo LCP5080 nevyžaduje žádnou údržbu kromě oplachování prostoru mezi vysokotlakými a nízkotlakými ucpávkami při čerpání krystalizujících látek (pufrů).

Po připojení výstupních trubek je třeba provést vizuální kontrolu těsnosti kovových spojů. Případná netěsnost se projeví kapkami kapaliny na dnu nerezové vany pod čerpacím blokem. Tuto kontrolu provádět po každém spuštění nejlépe po půl hodině provozu. Případnou netěsnost odstranit dotažením netěsného spoje. Uniklou kapalinu úplně odstranit utřením.

Používáním přístroje jiným způsobem než je uvedeno v návodu může způsobit narušení bezpečnosti.

## 4.8 Poruchy a jejich odstranění

Většina nesprávných požadavků na čerpadlo je vypisována na displej.

Sledujte hladiny provozních kapalin aby nedošlo k zavzdušnění čerpadla.

V případě dalších závad volejte servisního technika nebo výrobce.

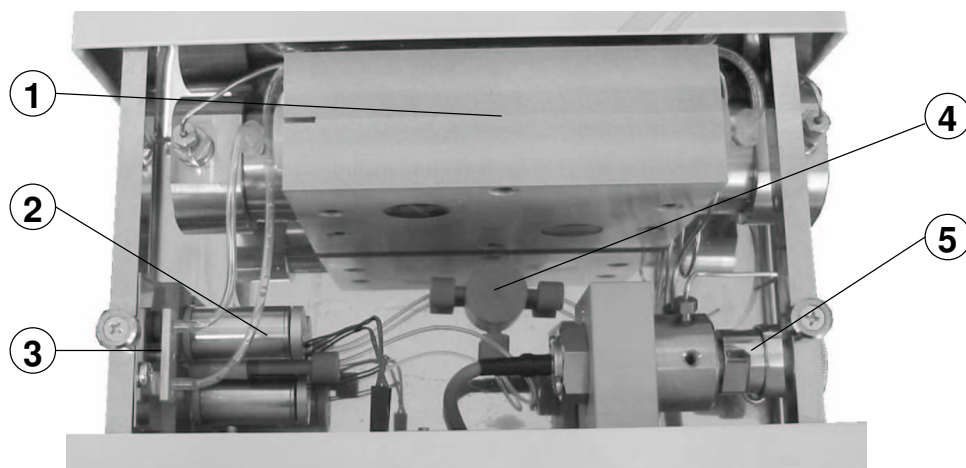
## 5. POPIS A FUNKCE ČERPADLA

Čerpadlo je kompaktní přístroj sdružující náročnou mechaniku spolu s moderní řídicí elektronikou s vestavěným mikropočítačem. Dokonalý servis je umožněn snadnou přístupností a vyměnitelností všech funkčních skupin i podskupin. Značná tuhost konstrukce skříňě dovoluje stavět více přístrojů této konstrukce na sebe.

### 5.1 Skříň čerpadla

Předek přístroje je tvořen plastovým výliskem s membránovou klávesnicí.

Za předním panelem se nachází otevřený prostor ve kterém jsou umístěny všechny hydraulické komponenty s veškerým propojením viz obr. 6. Spodek tohoto prostoru tvoří nerezová vana, která pojme případný únik kapaliny při oživování přístroje.



- |                       |   |
|-----------------------|---|
| 1. Čerpací blok       | 4. T-spojka pro rozdělení vstupu na jednotlivé čerpacích hlavy. |
| 2. Gradientový ventil | 5. Odpouštěcí ventil  |
| 3. Subpanel přívodů   |   |

Obr. 6. Prostor za předním panelem

Střední panel, který nese čerpací blok odděluje otevřený prostor od uzavřeného prostoru v zadní části přístroje. V tomto prostoru se nachází zdroj stejnosměrného napětí, řídicí jednotka a pohon čerpacího bloku.

### 5.2 Funkční skupiny čerpadla

#### 5.2.1 Čerpací blok

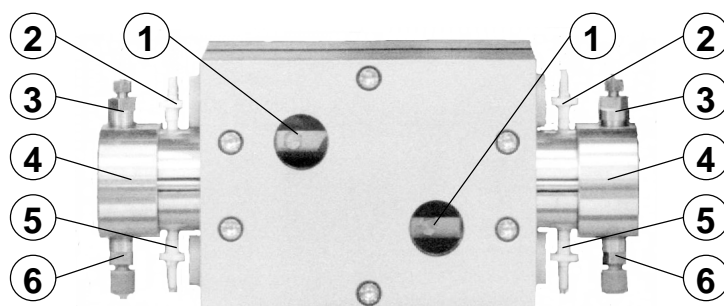
Jedná se o mechanismus s recipročním pohonem protilehlých pístů. "Plovoucí" uložení pístů umožňuje oplach pístů za primární (vysokotlakou) ucpávkou a tím je možno čerpat i roztoky s krystalizujícími látkami. Sekundární ucpávka navíc chrání mechanismus pohonu před poškozením proti průniku agresivní kapaliny při poškození primární ucpávky.

Pohon pístů je odvozen od vačky, po které se odvalují kladky uložené v ramenech. Ramena jsou pevně spojena s tyčemi suvně uloženými ve skříni bloku. Pružiny vzepřené

o nákrážky tyčí tlačí přes kluzátka vždy na rameno protilehlé tyče. Toto uspořádání je výhodné v tom, že vratný pohyb pístů je vyvozen vačkou a pružiny pouze vyrovnávají nesymetrii vačky. Zároveň je zaručena dokonalá přímočarost pohonu pístů nutná pro životnost ucpávek.

Na písty, opatřené kulovou, plochou působí ramena pouze v axiálním směru. Písty jsou vedeny pouze primární a sekundární ucpávkou. Takto uloženým pístům se říká "plovoucí".

Prostor mezi ucpávkami, kterým prochází píst, je možno proplachovat kapalinou, která rozpouští případné krystaly. K přivedení oplachové kapaliny slouží přívody opatřené kužely LUER.



- |   |                        |
|---|------------------------|
| 1. Kontrolní okénka, zde je vidět pohyb pístů | 4. Hlavy               |
| 2. Přívody oplachů pístů                      | 5. Odvod oplachu pístů |
| 3. Výstupní ventilk                           | 6. Vstupní ventilk     |

Obr. 7. Čerpací blok

5

### 5.2.2 Ventily

Sací a výtlačné ventily jsou ve šroubeních viz obr. 8. Funkce ventilů je vykonávána kuličkou a kuželovým sedlem. Všechny ventily jsou stejné konstrukce a liší se pouze v pořadí montáže ventilového sedla a kuličky do šroubení ventilu. Obecně platí, že sedlo je pod kuličkou. Pro dokonalou funkci jsou ventily v každém šroubení zdvojené.

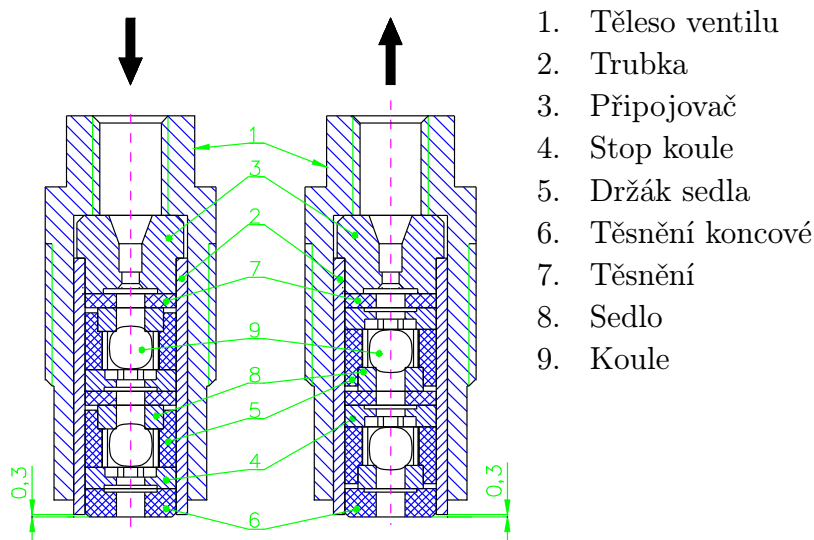
### 5.2.3 Pohon čerpacího bloku

Čerpací blok je poháněn stejnosměrným motorem s permanentními magnety. Otáčky motoru jsou sníženy dvojitým převodem s ozubenými řemeny, které přenáší kroutící moment z motoru na čerpací blok. Optický encoder spolu s optickým snímačem půlotočky dávají informaci o poloze vačky čerpacího bloku.

Informace o poloze vačky je využita pro řízení ventilové soupravy při tvorbě gradientu nasávání až tří složek mobilní fáze.

### 5.2.4 Odvzdušňovací ventil

Ventil kombinuje funkci odvzdušňování s měřením tlaku. Čerpaná kapalina prochází tenzometrickým tlakoměrným čidlem. Vnitřní prostor čidla je vyplněn vložkou, která mi-



Obr. 8. Sací a výtlačný ventil

nimalizuje mrtvý objem a zajišťuje odvod bublin. Vlastní odvzdušnění se provádí šroubem s uzavírací kuželkou ovládaným ručním knoflíkem.

### 5.2.5 Gradientové ventily

Ventilová souprava pro tvorbu gradientu na straně nízkého tlaku. Souprava je přídatné zařízení, které se montuje na přední panel. Připojuje se propojovacím kabelem k řídicí jednotce. Software přítomnost ventilové soupravy testuje. Při realizaci gradientu je při každém sacím zdvihu pístu programově připojován přívod čerpané kapaliny k jednotlivým přívodům složek gradientu A, B, C.

## 5.3 Elektronika

Elektronika čerpadla je tvořena jako kompaktní jednotka, napájená pouze napětím pro práci motoru a to v rozmezí 20 až 70 V ss, 20 A. V případě LCP5080 to je 24 V ss, 2.5 A. Veškerá elektronika, kromě síťové přívodky s pojistkou a síťového vypínače je na bezpečném napětí. Oddělovací transformátor má schválené elektrické oddělení 4 kV. Veškerá napětí potřebná pro analogové i číslicové funkce jsou generována pulsním zdrojem této jednotky. Jednotka sestává ze dvou desek vzájemně propojených konektorem a chladičí desky, která slouží zároveň k upevnění jednotky.

K jednotce se konektory připojuje komplet klávesnice, všechna čidla a výstupy.

### 5.3.1 Deska CPU

Deska CPU (mikroprocesoru) obsahuje:

- Mikroprocesor INTEL řady 51. (PCF 80C552)
- 32kB EPROM s aplikačním softwarem
- 32kB baterií zálohované RAM
- 256 bajtů EEPROM pro základní nastavení
- Galvanicky oddělená komunikace RS485 (na přání RS232) s komunikačním protokolem umožňujícím spojení až 64 jednotek včetně PC do lokální sítě.

- diferenciální analogový vstup pro tensometrický snímač tlaku.
- 16 pin konektor pro připojení klávesnice.
- Uživatelský konektor pro 4 TTL výstupy a 2 vstupy.
- Vstup od inkrementálního čidla polohy s 24bit čítačem pro aktuální polohu motoru s kontrolou úvratí vačky.
- Další vstupně výstupní signály, signály pulsně šířkové modulace a signály pro A/D převodník jsou propojeny konektorem na desku napájecího zdroje a spínačů.

### 5.3.2 Deska zdroje spínačů

Deska zdroje a spínačů obsahuje:

- Pulsní zdroj pro vstupní napětí 20 až 70 V ss, který generuje všechna potřebná napětí.
- Úplné galvanické oddělení napájení od signálů i od napájení číslicových obvodů.
- Spínač výstupu pro motor do 20 A 70 V ss řízený pulsně šířkovou modulací v rozpětí 0 až 100% s frekvencí 20 kHz.
- Elektronická pojistka proti přetížení a přehřátí. Tato pojistka je u LCP5080 nastavena na 3 A.
- Spínač až čtyř gradientových ventilů s časem sepnutí i rozepnutí ventilu kratším než 2 ms.

### 5.3.3 Klávesnice

Komplet klávesnice sdružuje membránovou klávesnici, desku klávesnice, na které je LCD display 2 x 16 znaků a LED diody. Deska klávesnice je s CPU propojena plochým kabelem s konektory.

### 5.3.4 Zadní panel

Na zadní panel čerpadla jsou propojovací kabely připojeny konektory přístupné uživateli (viz obr. 2).

- Síťová přívodka s pojistkou T0.5 A síťový vypínač. Pojistka je v držáku, který svojí polohou může přepínat napětí. Tato funkce je nevyužita a držák má být v poloze 220 nebo 240 V
- AUX. OUTPUT Konektor pro ovládání přídavných zařízení (4 výstupy TTL a 2 vstupy pro zpětné čtení).
- COMUNICATION Dvojice konektorů komunikace RS485. (RS232)
- Konektor pro připojení liniového zapisovače pro registraci tlaku.

## 5.4 Software

Software čerpadla LCP5080 řídí veškeré funkce, zprostředkovává styk s uživatelem prostřednictvím klávesnice a displeje, komunikuje prostřednictvím RS485 s dalšími přístroji účelové sestavy včetně počítače. Vzhledem k vykonávání velkého množství časově náročných operací je software rozvrstven do následujících úrovní:

Na základní úrovni jsou zpracovávány příkazy uživatele, který má prostřednictvím klávesnice trvalý přístup k informacím o činnosti čerpadla a k důležitým povelům. Ve všech režimech je přístupný povel STOP (zastaví čerpání) a povel HOLD (pozastaví běh

programu). Pokud se kurzor displeje nachází na pozici, ke které je nápověda, je možno povelom HELP příslušnou nápovědu vyvolat.

Úroveň vykonávání příkazů od nadřazeného počítače. Příkazy přijímané v nejvyšší úrovni jsou zařazeny do vstupní fronty, jsou dekodovány a postupně vykonávány.

Úroveň vykonávání časového programu. V této úrovni jsou vypočítávány interpolace pro hodnoty gradientu a průtoku. Rovněž jsou generovány časové příkazy pro součinnost s dalšími přístroji a periferními zařízeními sestavy kapalinového chromatografu.

Úroveň sledování a řízení motoru, spínání ventilů gradientu a sledování tlaku.

Úroveň s nejvyšší prioritou je vyhrazena pro komunikaci s ostatními přístroji sestavy a případně s nadřazeným počítačem.

## 6. PŘÍSLUŠENSTVÍ A NÁHRADNÍ DÍLY

---

### 6.1 Základní příslušenství

- 1 ks Síťová šňůra
- 3 ks Hadička pro připojení mobilních fází.
- 2 ks Hadička s kuželem LUER pro připojení oplachu
- 5 ks Šroub průchozí UNF10
- 5 ks Ferulka.
- 1 ks Kapilára nerez 0.6 m.
- 2 ks Pojistka T 0.5 A

### 6.2 Další příslušenství

K čerpadlu je možno objednat i dávkovací ventil. Tento ventil se ovládá ručně, je vybaven zpětným ohlasem pro spouštění analýzy viz 4.6.

Ventil má výměnnou dávkovací smyčku. Minimální objem smyčky je 20  $\mu$ l. K ventilu je možno objednat i držák pro uchycení k čerpadlu.

## 7. ZÁRUKA

---

Na Čerpadlo LCP5080 poskytuje výrobce záruku jeden rok ode dne předání výrobku odběrateli. Přístroj může být použit jen způsobem uvedeným v tomto návodu. Výrobce neručí za škody vzniklé nedodržení podmínek uvedených v návodu .

Čerpadlo LCP5080 je určeno pro čerpání kapalin používaných pro vysokotlakou kapalinovou chromatografii které nepoškozují materiály čerpadla, které jsou ve styku s čerpanou kapalinou. Jsou to nerezavějící ocel 17246, PEEK, TEFLON a safír.

Přístroj je určen pro prostředí s teplotou 15 až 35 °C; vlhkostí do 80% bez výparů kyselin a žiravin. Obsluha musí být poučena o bezpečnostních předpisech a o práci s používanými kapalinami.

Veškeré záruční a pozáruční opravy provádí výrobce, nebo jím pověřená organizace.

### 7.1 Likvidace odpadu

Po ukončení životnosti likvidujte přístroj dle platných předpisů o odpadech, případně předejte přístroj prodejci, nebo výrobcí k likvidaci.

**Pozor:** Přístroj obsahuje části (plošné spoje) které spadají do kategorie nebezpečného odpadu.

# 8. OBSAH

---

1.	ÚVOD .....	4
2.	SCHOPNOSTI A SPECIFIKACE .....	5
2.1	Schopnosti .....	5
2.1.1	Čerpací blok .....	5
2.1.2	Gradient .....	5
2.1.3	Paměť .....	5
2.1.4	Vstupy a výstupy .....	5
2.2	Specifikace .....	5
3.	UVEDENÍ DO CHODU .....	7
3.1	Vybalení .....	7
3.1.1	Co potřebujete .....	7
3.1.2	Ovládací a připojovací prvky .....	7
3.1.3	Zadní panel .....	8
3.1.4	Čerpací blok .....	9
3.2	Klávesnice a displej .....	9
4.	OBSLUHA .....	11
4.1	Přímé ovládání .....	11
4.1.1	Volba průtoku a tlakových mezí .....	11
4.1.2	Nízkotlaký gradient .....	11
4.1.3	Vysokotlaký gradient .....	12
4.1.4	Řídící vstupy a výstupy .....	12
4.2	Běh programu .....	12
4.2.1	Zobrazení aktuálního času, průtoku a tlaku .....	12
4.2.2	Zobrazení času a koncentrací .....	13
4.2.3	Zobrazení vstupů a výstupů .....	13
4.2.4	Zobrazení počtu cyklů .....	13
4.3	Editace programu .....	13
4.3.1	Programování průtoku .....	15
4.3.2	Nízkotlaký gradient .....	15
4.3.3	Skokový gradient .....	15
4.3.4	Přídavné ventily .....	16
4.3.5	Vysokotlaký gradient .....	16
4.3.6	Výstupní řídicí signály .....	17
4.3.7	Vstupní řídicí signály .....	17
4.3.8	Vyslání značky .....	17
4.3.9	Ukončení programu .....	17
4.4	Multiprogramový režim .....	17
4.5	Nastavení dalších parametrů .....	18
4.5.1	Nastavení komunikace .....	19
4.5.2	Nastavení vysokotlakého gradientu .....	19
4.6	Start analýzy dávkovacím ventilem .....	19

4.7	Rutiní údržba a servis .....	20
4.8	Poruchy a jejich odstranění .....	20
5.	POPIS A FUNKCE ČERPADLA .....	21
5.1	Skříň čerpadla .....	21
5.2	Funkční skupiny čerpadla .....	21
5.2.1	Čerpací blok .....	21
5.2.2	Ventily .....	22
5.2.3	Pohon čerpacího bloku .....	22
5.2.4	Odvzdušňovací ventil .....	22
5.2.5	Gradientové ventily .....	23
5.3	Elektronika .....	23
5.3.1	Deska CPU .....	23
5.3.2	Deska zdroje spínačů .....	24
5.3.3	Klávesnice .....	24
5.3.4	Zadní panel .....	24
5.4	Software .....	24
6.	PŘÍSLUŠENSTVÍ A NÁHRADNÍ DÍLY .....	26
6.1	Základní příslušenství .....	26
6.2	Další příslušenství .....	26
7.	ZÁRUKA .....	27
7.1	Likvidace odpadu .....	27
8.	OBSAH .....	28
8.1	Seznam obrázků a tabulek .....	29

## 8.1 Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1.	Odvzdušňovací ventil .....	8
Obr. 2.	Zadní panel .....	8
Obr. 3.	Konektor vstupů a výstupů .....	9
Obr. 4.	Klávesnice .....	10
Obr. 5.	Průběh koncentrací pro ukázkový program .....	16
Obr. 6.	Prostor za předním panelem .....	21
Obr. 7.	Čerpací blok .....	22
Obr. 8.	Sací a výtlačný ventil .....	23