

Technická informácia
TI 283C/07/de_sk
Nr. 51506684

Sterilizovateľná IsFET-sonda pre pH-meranie

TopHit H CPS 401

Na ionty selektívny tranzistor riadený poľom
pre dlhodobu stabilnú meranie pH



Výhody na prvý pohľad

- Nerozbitné
 - žiadne sklo, teleso sondy kompletne z PEEK
 - možná priama montáž do procesu v potravinárskom a farmaceutickom priemysle, šetrí náklady na odber vzorky a laboratórnu analytiku
- Možné nasadenie pri nízkych teplotách
 - krátka reakčná doba
 - dlhotrvajúca prenosť merania
- Stabilné merané hodnoty a lepšia hysterezia ako u sklenených elektród pri zmene teploty
 - sterilizovateľné
 - menšia chyba merania po zat'azení vysokou teplotou
- Dlhšie intervaly kalibrácie
- Takmer žiadna kyslá a alkalická chyba
- Zástrčné spojenie TOP 68 (IP 68) pre bezpečný prenos meranej hodnoty
- V kombinácii s automatickou výmenou armatúrou vhodné neobmedzene pre CIP-procesy

Oblasti použitia

- Procesná technika a kontrola procesov
 - rýchlo sa striedajúcimi hodnotami pH
 - striedavými teplotami a tlakmi
- Potravinársky a farmaceutický priemysel (možné sterilizovať)
- Úprava vody a odpadných vôd
- Biotechnológie
- Kontrola soľanky / chladiacich prostriedkov

Quality made by
Endress+Hauser



ISO 9001

Endress + Hauser

The Power of Know How



Princíp činnosti a konštrukcia systému

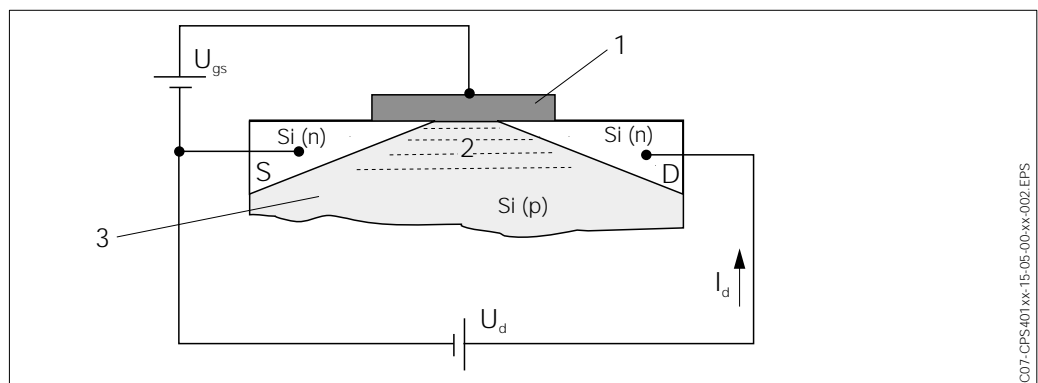
Princíp merania

Iontovo **selektívne** event. obecné iontovo **senzitivne** tranzistory riadené poľom (ISFET) boli vyvinuté v 70. rokoch ako alternatíva k sklenenej elektróde pre meranie pH.

Základy

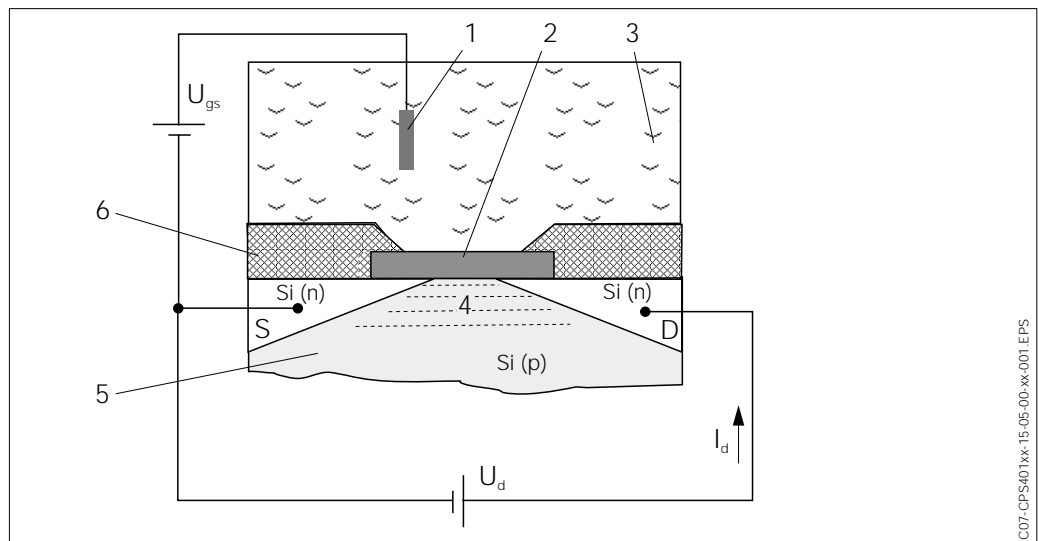
Iontovo selektívne tranzistory riadené poľom spočívajú v usporiadaní tranzistorov MOS (Metal Oxide Semiconductor) (prvý obrázok), ktorému chýba kovové *hradlo* ako riadiaca elektróda. Na jeho mieste sa nachádza u ISFET médium v priamom kontakte s vrstvou izolantu hradla (druhý obrázok).

V P-vodivom základnom materiále polovodiča (Si) sú nadifundované dve silno vodivé N-oblasti. Tieto pôsobia ako prúd dodávajúca ("Source", S) a prúd prijímajúca ("Drain", D) elektróda. Kovová *hradlová* elektróda (u MOSFET) event. médium (u ISFET) tvoria spolu s pod ňou sa nachádzajúcim substrátom kondenzátor. Rozdiel potenciálov (napätie) medzi hradlom a substrátom (U_{GS}) spôsobuje zvýšenie elektrónovej hustoty v pásme medzi "Source" a "Drain". Vzniká N-vodivý *kanál* (4), takže vložení napätia (U_D) preteká prúd I_D .



MOSFET

1	<i>kovové hradlo</i>	D	<i>Drain</i>
2	<i>kanál</i>	U_D	<i>Drain-napätie</i>
3	<i>p-dotujúci kremíkový substrát</i>	U_{GS}	<i>riadiace napätie medzi hradlom a Source</i>
S	<i>Source</i>	I_D	<i>Drain-prúd</i>



ISFET

1	<i>referenčná elektróda</i>	S	<i>Source</i>
2	<i>hradlová izolátorová vrstva</i>	D	<i>Drain</i>
3	<i>médium</i>	U_D	<i>Drain-napätie</i>
4	<i>kanál</i>	U_{GS}	<i>riadiace napätie medzi hradlovým izolátorom a Source</i>
5	<i>p-dotujúci kremíkový substrát</i>	I_D	<i>Drain-prúd</i>
6	<i>driek sondy</i>		

U ISFET vytvárajú v médiu existujúce ióny, ktoré sa nachádzajú v medznej vrstve médium/izolátor hradla, elektrické pole (*potenciál hradla*). Popísaný efekt vedie v polovodičovom kremíkovom substráte medzi "Source" a "Drain" k vzniku vodivého kanálu a spôsobuje tok prúdu medzi "Source" a "Drain".

Vhodné zapojenia sondy využívajú závislosť iontovo selektívneho potenciálu hradla k tomu, aby sa vytváral koncentracii určitého typu iónov proporcionálny výstupný signál.

pH-selektívny ISFET

Izolátor hradla slúži ako iontovo selektívna vrstva pre H⁺- ióny. Izolátor hradla je síce tiež pre tieto ióny nepriepustný (účinnok izolátora), dovoľuje ale *reverzibilné* (vratné) povrchové reakcie s H⁺- iónami.

Podľa kyslého alebo zásaditého charakteru meraných roztokov prijímajú funkčné skupiny v povrchu izolátora H⁺-ióny alebo tieto odovzdávajú (amfotérny charakter funkčných skupín). Toto vedie k *pozitívnejmu* (H⁺- príjem v kyslom médiu) alebo k *negatívnejmu* (H⁺- odovzdávanie v zásaditom médiu) nabitíu povrchu izolátora. Tým sa môže využívať v závislosti od hodnoty pH *definovaný* povrchový náboj k riadeniu poľa v kanáli medzi "Source" a "Drain".

Procesy, ktoré vedú k vytváraniu potenciálu náboja a tým k radiacemu napätiu U_{gs} medzi "hradlom" a "Source", sa popisujú Nernstovou rovnicou:

$$U_{gs} = U_0 + \frac{RT}{nF} \times \ln a_{ion} \quad (a)$$

U _{gs}	...	napätie medzi hradlom a Source	n	...	molárna číslo
U ₀	...	Offset-napätie	F	...	Faradayova konštanta
R	...	plynová konštanta	a _{ion}	...	aktívita iónov
T	...	teplota [K]			

Nernstov faktor je pri 20 °C známa hodnota -58 mV/pH.

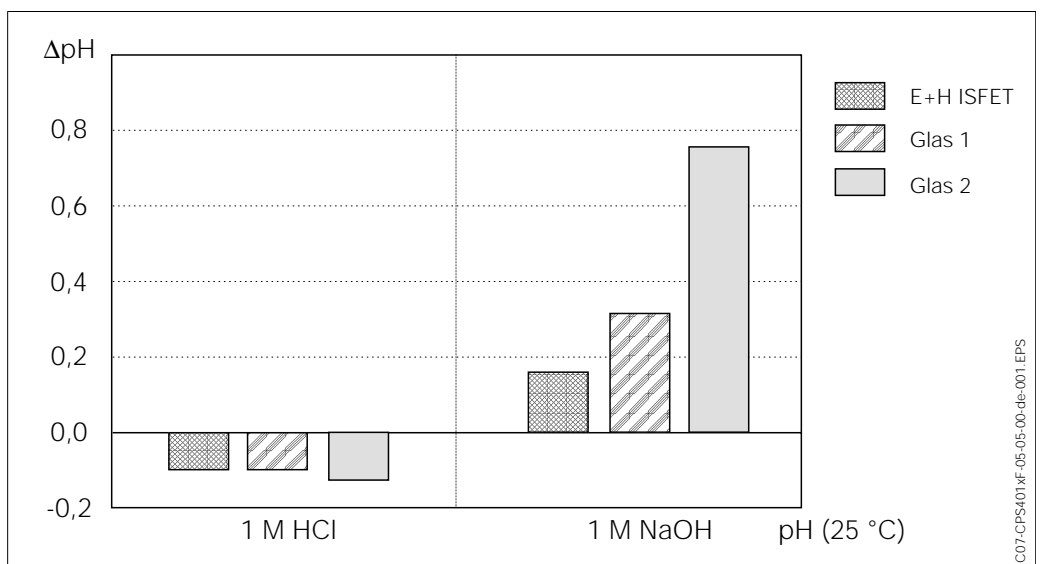
Dôležité vlastnosti TopHit H CPS 401

- Odolnosť proti rozbitiu

Odolnosť sondy proti rozbitiu je mimoridne dôležité hľadisko. Celá sensorika je uložená v drieku z PEEK. Len vysoko odolná izolátorová vrstva a referencia majú priamy kontakt s médiom.

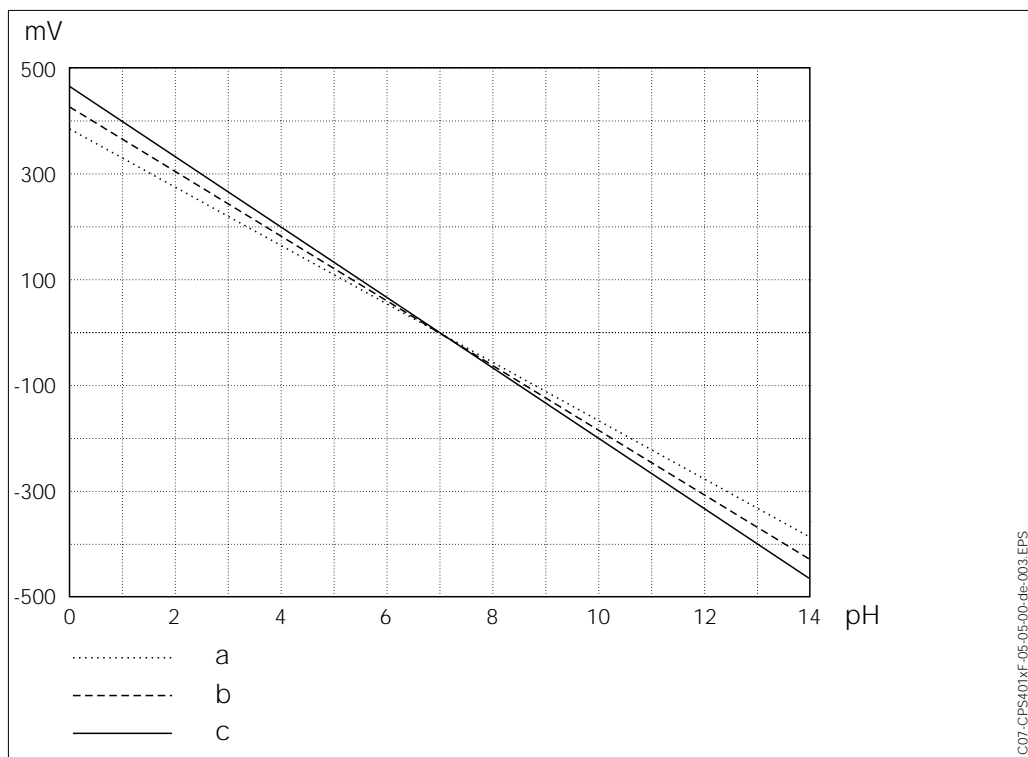
- Kyslá event. alkalická chyba

Ďalšia, dôležitá výhoda oproti sklenenej elektróde je podstatne menšia kyslá event. alkalická chyba v extrémnych rozsahoch pH. V protikladu k sklenenej elektróde sa nemôžu na ISFET-hradlu ukladať takmer žiadne cudzie ióny. Chyba leží s < 0,01 pH (medzi pH 1 a 13) pri 25 °C na hranici dôkazu. Nasledujúci obrázok ukazuje kyslú event. alkalickú chybu u ISFET v porovnaní k sklenenej elektróde (2 rôzne sklenené elektródy pH) pri hodnotách pH 0,09 a 13,86.



- Izotermická charakteristika

Nernstova rovnica (a) vyjadruje závislosť meracieho napätia od obsahu vodíkových iónov (pH-hodnota) a teploty. Je základom techniky merania pH a platí tiež pre ISFET-sondy. Z tejto rovnice vychádza teplotne závislá hodnota pre zmenu potenciálu na jednotku pH (izotermická charakteristika, zmena potenciálu na jednotku hodnoty pH pri určitej teplote).



Izotermická charakteristika TopHit H CPS 401

- a ... izotermická charakteristika pri 8 °C: strmost' -55,8 mV/pH
- b ... izotermická charakteristika pri 37 °C: strmost' -61,5 mV/pH
- c ... izotermická charakteristika pri 61 °C: strmost' -66,3 mV/pH

- Stabilita merania a doba reakcie sondy

Doby reakcie u ISFET sú v celom teplotnom rozsahu extrémne nízke.

U ISFET-sondy neexistuje žiadne (teplotne závislé) nastavenie rovnováhy ako vo zdrojovej vrstve u sklenenej pH-elektrody. Z toho sa odvodzuje možnosť nasadenia pri nízkych teplotách bez spomalenia reakcie.

Veľké a rýchle kolísania teploty a hodnoty pH pôsobia signifikantne menej na chybu merania (hysteréziu), ako u sklenenej elektrody, pretože tu odpadá aj stres pre sklenenú pH-elektrodu.

- Referenčný systém

Integrovaná referenčná elektroda u CPS 401 je dvojkomorový referenčný systém s elektrolytickým mostikom. Prednosťou sú efektívny a stabilný kontakt medzi diafragmou a referenčným zvodom a extrémne dlhá doba otrávenia. Elektrolytický mostik je vysoko odolný voči zmenám teploty a tlaku.

Meracie zariadenie

Kompletné meracie zariadenie sa skladá minimálne z:

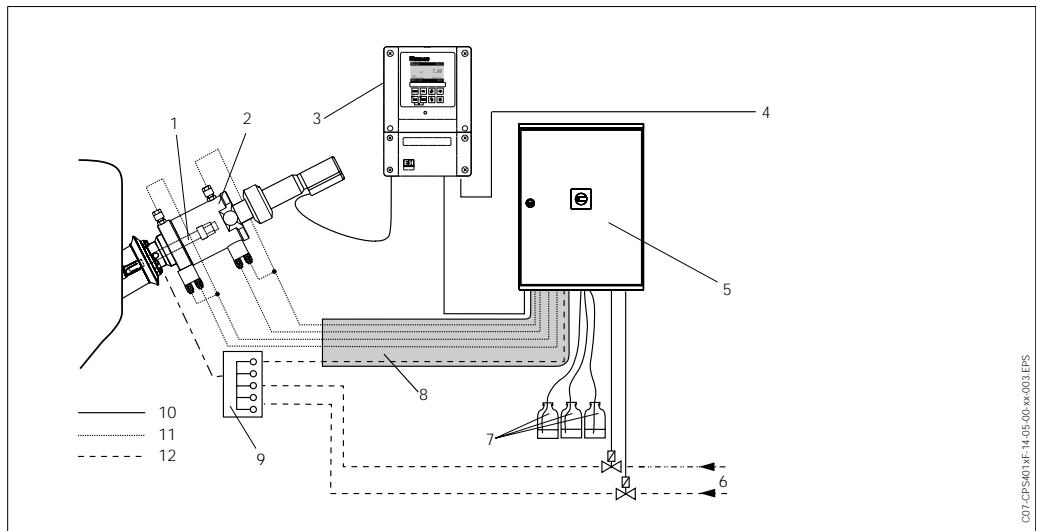
- IsFET-sondy TopHit H CPS 401
- meracieho kábla CPK 12 (s TOP 68-pripojením)
- meracieho prevodníka, napr. Liquisys M CPM 223 (pre montáž do rozvádzača) alebo Liquisys M CPM 253 (poľný prístroj) event. Mycom S CPM 153.

Podľa oblasti použitia existuje ďalšie príslušenstvo:

- ponorná, prietochná alebo výmenná armatúra, napr. CleanFit H CPA 475
- automatický čistiaci systém TopClean S CPC 30 event. TopCal S CPC 300
- predlžovací kábel, spojovacia krabica VBA alebo VBM

Nasledujúce obrázky ukazujú príklady meracieho zariadenia v rôznych oblastiach použitia.

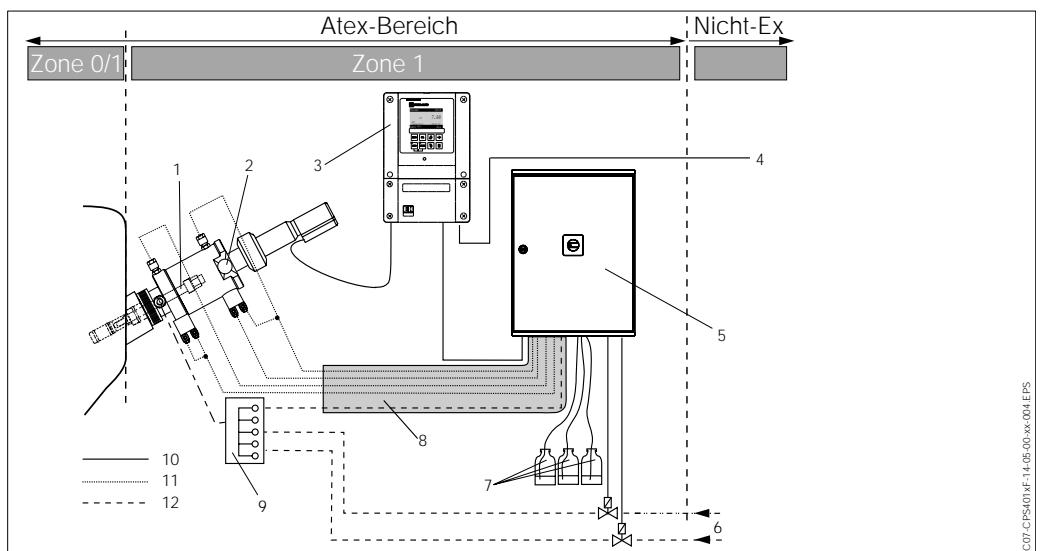
Potravinársky priemysel a
chémia



Potravinársky priemysel

(s plnoautomatickým meracím, čistiacim a kalibračným systémom TopCal S CPC 300)

- | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 1 ... CPS 401 | 5 ... riadiaca jednotka CPG 300 | 9 ... preplachovací blok |
| 2 ... výmenná armatúra CPA 475 | 6 ... horúca para, voda, čistič | 10 ... elektrické vedenie |
| 3 ... Mycom S CPM 153 | 7 ... čistič, pufrovacie roztoky | 11 ... tlakový vzduch |
| 4 ... prúdové napájanie | 8 ... multihadica | 12 ... kvapaliny / čistič |



Chémia a procesná technika

(s plnoautomatickým meracím, čistiacim a kalibračným systémom TopCal S CPC 300)

- | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 1 ... CPS 401 | 5 ... riadiaca jednotka CPG 300 | 9 ... preplachovací blok |
| 2 ... výmenná armatúra CPA 471 | 6 ... horúca para, voda, čistič | 10 ... elektrické vedenie |
| 3 ... Mycom S CPM 153 | 7 ... čistič, pufrovacie roztoky | 11 ... tlakový vzduch |
| 4 ... prúdové napájanie | 8 ... multihadica | 12 ... kvapaliny / čistič |

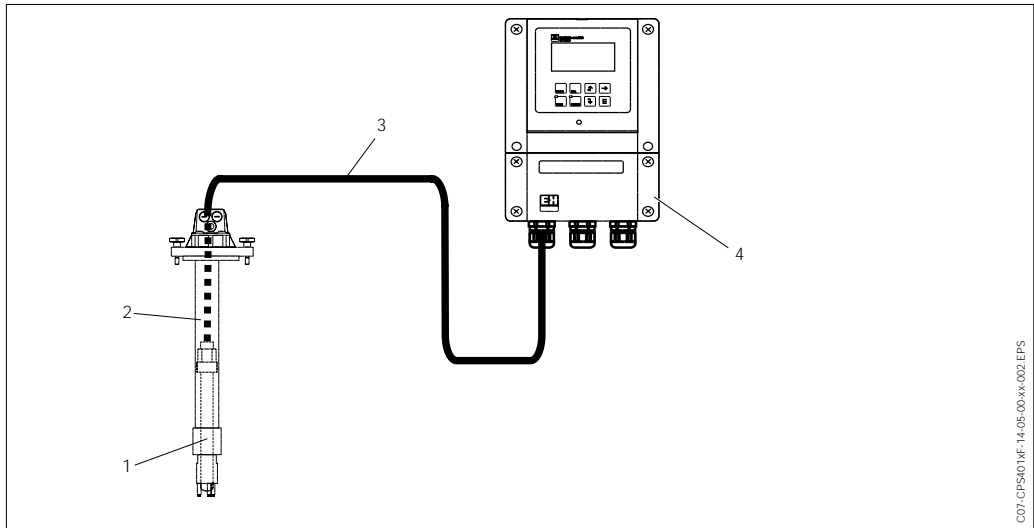
(Potravinářský průmysl a chemie)

Veškerým rozsahem nasazení IsFET-pH-sondy jako ve vztahu na teplotu, tak i na pH není sterilizovatelnost v procesu žádným problémem. Jen v úzkém rozsahu extrémně vysokých hodnot pH v spojení s vysokými teplotami není sonda dlouhodobě stabilní (pozri procesní podmínky na straně 9). Média s těmito vlastnostmi odbírají oxid izolátoru u čipu IsFET. Protože toto je rozsah teploty a pH u médií pro CIP-čistění, nasazuje se tu IsFET-pH-sonda jen v kombinaci s automatickou výměnnou armaturou.

Výhody plnoautomatického měřicího, čistícího a kalibračního systému TopCal:

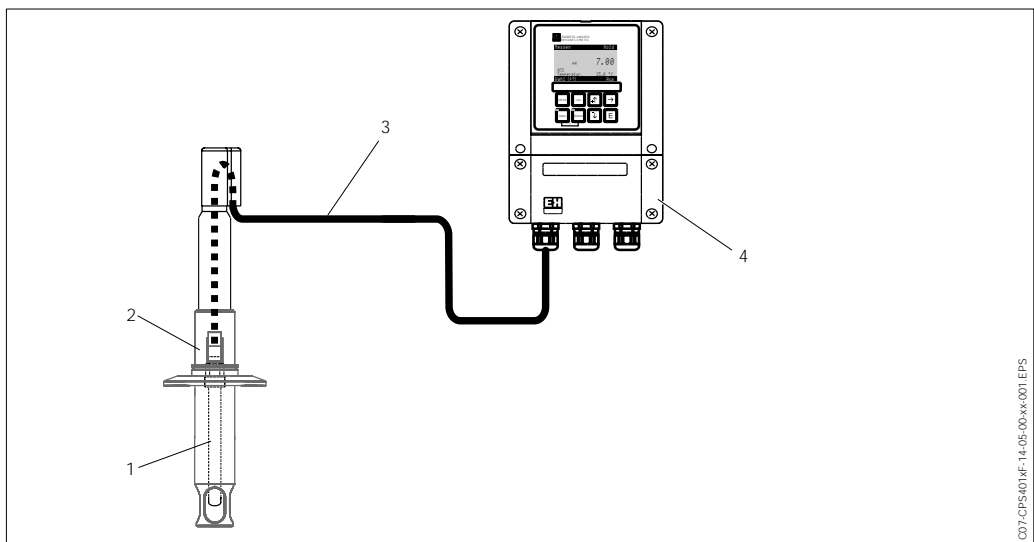
- CIP-čistění je možné, sonda, zabudovaná ve výměnné armatuře se před čistením automaticky "vysune" z média
- Čistění sondy se uskutečňuje v preplachovací komoře výměnné armatury s vhodnými čistícími roztoky.
- Individuálně nastavitelné cykly kalibrace

Technika úpravy vody a farmaceutický průmysl



Technika úpravy vody a odpadných vod


- 1 ... CPS 401
- 2 ... ponorná a montážna armatúra DipFit W CPA 111
- 3 ... merací kábel CPK 12
- 4 ... merací prevodník Liquisys M CPM 223/253



Farmaceutický průmysl a biotechnologie

- 1 ... CPS 401
- 2 ... montážna armatúra UniFit H CPA 442
- 3 ... merací kábel CPK 12
- 4 ... merací prevodník Mycom S CPM 153

Charakteristické veličiny merania

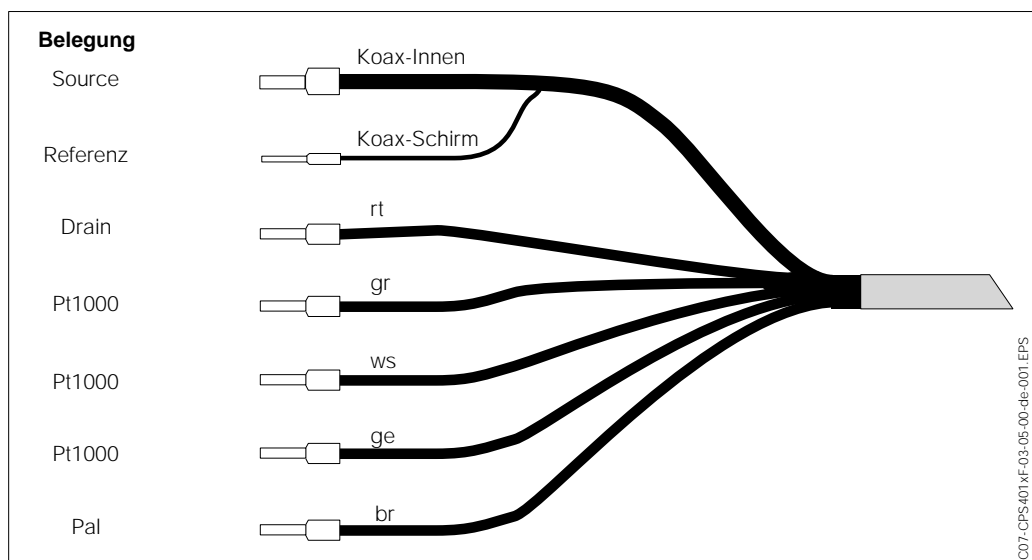
Merané veličiny	pH-hodnota a teplota
Merací rozsah	0 ... 14 pH -15 ... 135 °C
	Pozor! Zohľadnite podmienky nasadenia v procese a pokyny k tomu na strane 9.

Presnosť merania

Referenčné podmienky	Referenčná teplota:	25 °C
	Referenčný tlak:	1013 mbar
Citlivosť	0,01 pH	
Odchýlka merania pH	± 0,2 % z meracieho rozsahu	
Reprodukovateľnosť	± 0,1 % z meracieho rozsahu	
Odchýlka merania teploty	Klasse B podľa DIN / IEC 751	

Elektrické pripojenie

Merací kábel Pripojenie IsFET TopHit H CPS 401 na merací prevodník sa uskutočňuje cez špeciálny merací kábel CPK 12 (obrázok).



Upozornenie!

Zohľadnite prosím pokyny pre pripojenie (schémy pripojenia) sondy v prevádzkovom návodu nasadeného meracieho prevodníka. Merací prevodník musí byť vhodný pre pripojenie IsFET-sondy (napr. Liquisys M CPM 223/253).

Merací prevodník so štandardným vstupom pH je nevhodný.

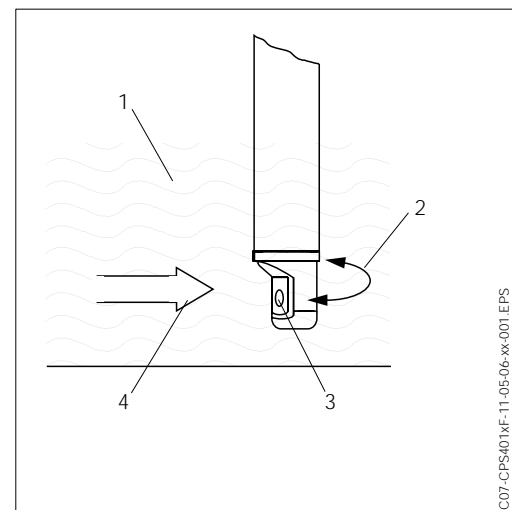
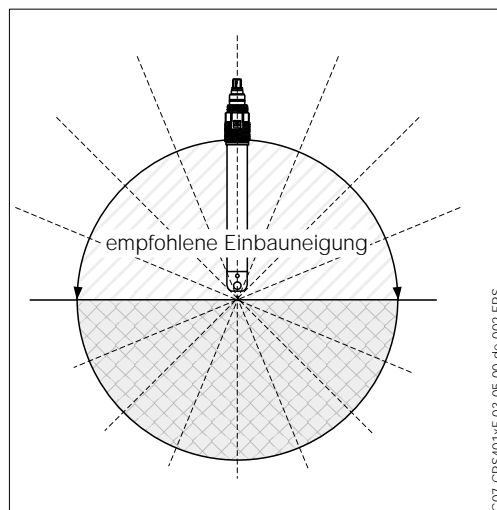
Podmienky nasadenia (montáž)

Pokyny pre montáž

IsFET-sondy sa môžu principiálne montovať v každej polohe, pretože neexistuje žiadny kvapalný interný zvod. Ovšem nie je vylúčené, že pri montáži dolu hlavicou eventuálne jestvujúce vzduchové bubliny* v referenčnom systéme neprerušia elektrický kontakt medzi médiom a diafragmou. Zohľadnite pri montáži TopHit H CPS 401 smer prúdenia média.

Chip IsFET by mal byť umiestnený v uhle cca 45° k smeru nátku (obrázok, vpravo). Otočnou pripojovacou hlavicou je toto u TopHit H CPS 401 veľmi ľahko realizovateľné.

* Sonda sa z výrobného závodu dodáva tak, že nie je možná žiadna tvorba vzduchových bublín. Vzduchové bubliny vznikajú ale prácou s podtlakom, napr. pri vyprazdňovaní zásobníka odsávaním.



- 1 ... médium
- 2 ... uhol otočenia chipu IsFET k smeru nátku média (cca. 45°)
- 3 ... IsFET-chip
- 4 ... smer nátku média



Upozornenie!

Zohľadnite tiež pokyny pre montáž, uvedené v prevádzkovom návodu použitej armatúry.

Podmienky nasadenia (okolie)

Teplota okolia



Teplota okolia nesmie klesnúť pod $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Pozor!

Nebezpečenstvo poškodenia mrazom

Pri teplotách pod $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ sa nesmie sonda už nasadiť.

Teplota skladovania

0 ... 50 °C

Krytie

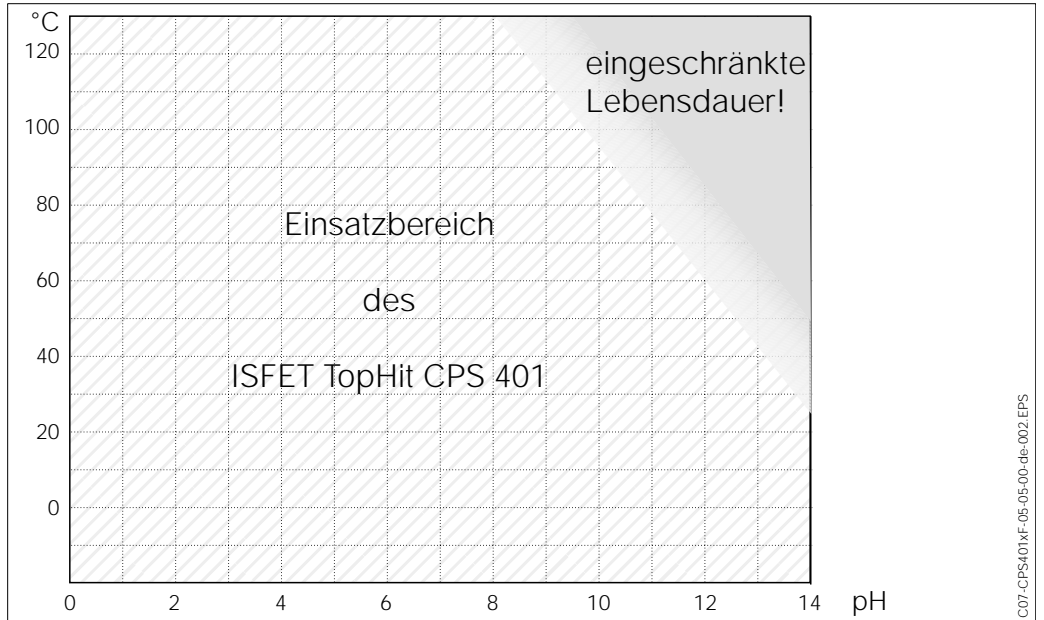
IP 68 (so zástrčným systémom TOP 68)

Podmienky nasadenia (proces)

Procesné podmienky

Alkálie pri vyšších teplotách ničia na trvalo oxid izolátora hradla.

Sondu je možné nasadiť vo vyznačenom rozsahu (pozri nasledujúci obrázok) len na úkor životnosti. Životnosť sondy sa skracaje pri trvalom účinku 2%-ného lúhu sodného pri 80 °C na cca. 10-15 hodín.



Sterilizovateľnosť



Tlak / teplota: max. 100 °C / 10 bar, sterilizovateľné: 135 °C, 1 h

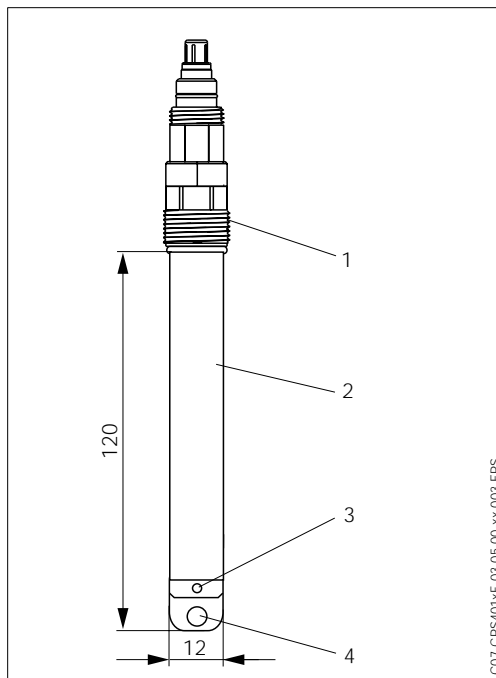
Pozor!

Nebezpečenstvo poškodenia sondy

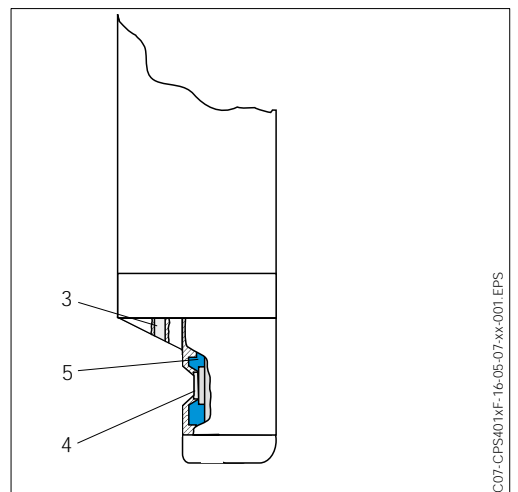
Nikdy nenasadzujte TopHit H CPS 401 mimo medze, uvedené v špecifikácii!

Konštrukcia

Prevedenie/rozmery



- vľavo: sonda spredu, dolu: hlavica sondy, boč. rez
- 1 ... TOP68-zástrčná hlavica
 - 2 ... dříek sondy
 - 3 ... referenčná elektróda
 - 4 ... IsFET-chip
 - 5... tesnenie (EPDM)



Hmotnosť	0,1 kg	
Materiály	driek elektródy tesnenia	PEEK, FDA-konformné EPDM
Povrchová drsnosť	$R_a < 0,8 \mu\text{m}$	
Teplotný snímač	Pt 1000 (Klasse B podľa DIN IEC 751)	
Procesné pripojenie	Pg 13,5	
Nástrčné hlavice	ESB: TOP 68, otočná	

Certifikáty a schválenia

EHEDG	Sterilizovateľnosť osvedčená podľa kritérií testu EHEDG
3-A	uvádza sa v zozname 3-A

Informácie pre objednávku

Prehľad o výrobku k TopHit H CPS 401

Oblasť nasadenia	
B	0 ... 14 pH, -15 ... 135 °C s Pt1000
Dĺžka drieku	
2	dĺžka drieku 120 mm
Pripojovacia hlavica	
ESB	závitová nástrčná hlavica Pg 13,5, TOP 68, otočná
Materiály tesnenia	
1	EPDM (FDA certifikované)
Vyrovnanie potenciálu	
A	štandard, externé vyrovnanie potenciálu
Prevedenie	
1	štandard
CPS 401-	kompletný objednávací kód

**Prehľad o výrobku k
meraciemu káblu CPK 12**

Dĺžka kábla	
HA	dĺžka kábla 5 m, TPE-plášť, max. 130 °C
HB	dĺžka kábla 10 m, TPE-plášť, max. 130 °C
HC	dĺžka kábla 15 m, TPE-plášť, max. 130 °C
HD	dĺžka kábla 20 m, TPE-plášť, max. 130 °C
HF	dĺžka kábla 5 - 50 m, TPE-plášť, max. 130 °C
HG	dĺžka kábla 16 - 160 ft, TPE-plášť, max. 130 °C
Prevedenie	
A	štandardné prevedenie
Úprava	
1	koncové puzdrá na strane prístroja, káblové tienenie ako opletenie
PAL-pripojenie	
A	PAL-vedenie vonkajšie s plochou zástrčkou
CPK 12-	kompletný objednávací kód

Príslušenstvo

Pufrovacie roztoky pH	pH 4,0 červený, obsah 100 ml; objedn. č.: CPY 2-0 pH 4,0 červený, obsah 1000 ml; objedn. č.: CPY 2-1 pH 7,0 zelený, obsah 100 ml; objedn. č.: CPY 2-2 pH 7,0 zelený, obsah 1000 ml; objedn. č.: CPY 2-3
Merací kábel pH	Merací kábel pH CPK 12 Objedn. č. pre merací kábel podľa špecifikácie, pozri prehľad o výrobku na str. 11.

Doplnková dokumentácia

Armatúry	CleanFit P CPA 471 Technická informácia TI 217C/07/de; obj. č. 51502595 CleanFit H CPA 475 Technická informácia TI 240C/07/de; obj. č. 51505598 DipFit W CPA 111 Technická informácia TI 112C/07/de; obj. č. 50066449 UniFit H CPA 442 Technická informácia TI 297C/07/de; obj. č. 51506723
Merací prevodník	Liquisys M CPM 223/253 Technická informácia TI 194C/07/de; obj. č. 51500276 Mycom S 153 Technická informácia TI 233C/07/de; obj. č. 51503787
Čistiace systémy	TopClean S CPC 30 Technická informácia TI 235C/07/de; obj. č. 51504334 TopCal S CPC 300 Technická informácia TI 236C/07/de; obj. č. 51504328
Merací kábel	CPK 1-12 Technická informácia TI 124C/07/de; obj. č. 50068525

Technické zmeny vyhradené

Výhradné zastúpenie Endress+Hauser pre SR

Transcom technik, s.r.o.
Bojnická 14, P.O.BOX 25
830 00 Bratislava 3
Tel. +421 (02) 4488 0259
Fax +421 (02) 4488 7112
E-Mail: info@transcom.sk
Web: www.transcom.sk

Endress + Hauser
The Power of Know How

