

Technická
informace
TI 215F/00/cs

Provozní návod

Ultrazvukové měření Senzor DU 40 C, DU 41 C

Senzory pro bezdotykové kontinuální měření
hladiny kapalin a sypkých látek.



DU 40 C



DU 41 C

Oblasti použití

Ultrazvukové senzory DU 40 C a DU 41 C jsou určeny pro kontinuální bezdotykové měření.

- DU 40 C:
Pro nádrže s kapalinami do 10 m
Pro zásobníky sypkých látek do 5 m
- DU 41 C:
Pro nádrže s kapalinami do 20 m
Pro zásobníky sypkých látek do 10 m

Příklady:

Agresivní kapaliny (zásady a kyseliny), zrnité a hrudkovité sypké látky (obilí, uhlí, rudy, štěrk a sutě)

Přednosti na první pohled

- Pouzdro senzoru a příruba z polypropylénu – vysoká odolnost vůči agresivním výparům
- Necitlivé vůči kondenzaci díky automatickému řízení rezonanční frekvence

Endress + Hauser

The Power of Know How



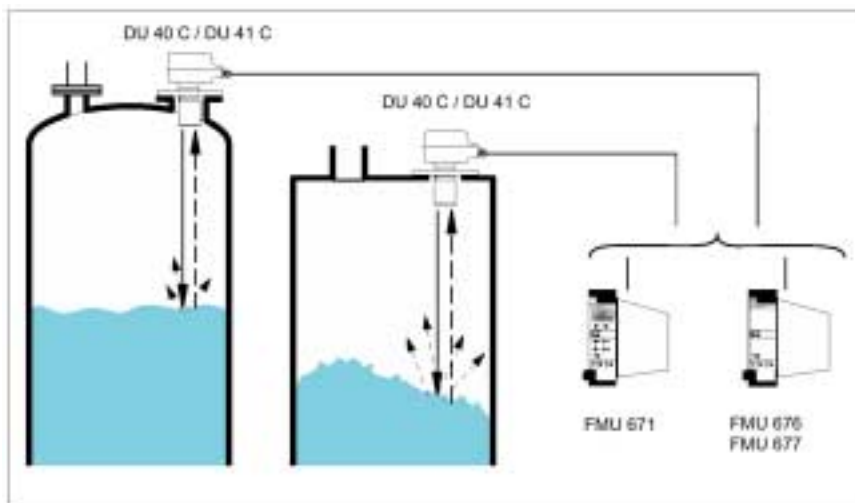
Měřicí systém

Komponenty měřicího systému:

- Měřicí převodník Nivosonic FMU 671, FMU 676 nebo FMU 677 umístěný ve velínu
- a
- ultrazvukový senzor DU 40 C nebo DU 41 C na nádrži nebo zásobníku

Senzor je vybaven integrovaným teploměrem pro kompenzaci změn rychlosti šíření ultrazvukového impulsu způsobených kolísáním teploty.

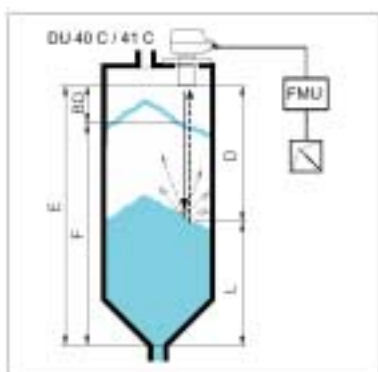
Měřicí systém pro kontinuální bezkontaktní měření hladiny v nádržích a zásobnících využívající ultrazvukových impulsů.



Princip činnosti

Vysílač ultrazvuku v senzoru je elektricky buzen a vysílá ultrazvukový impuls směrem k měřenému médiu. Od povrchu média se tento impuls částečně odrazí. Senzor, který nyní pracuje jako směrový mikrofon, převádí odražené echo zpět na elektrický signál. Doba mezi vysláním a přijetím impulsu (doba průchodu ultrazvuku) je přímo úměrná vzdálenosti senzoru od hladiny. Vzdálenost je vypočtena z rychlosti zvuku c a doby průchodu t podle vzorce:

$$D = \frac{c \cdot t}{2}$$



Měřicí systém a funkce
 BD = blokovácí vzdálenost
 D = vzdálenost senzoru od hladiny v zásobníku
 L = úroveň hladiny média v zásobníku
 F = maximální úroveň (100%, plný)
 E = nula měření (0%, prázdný)

Měřicí rozsah

Měřicí rozsah je omezen tlumením ultrazvukových impulsů ve vzduchu a odrazovými vlastnostmi povrchu média.

Podmínky měření

Ultrazvukové měření je v podstatě závislé pouze na signálu odraženém od povrchu materiálu.

- Kapaliny
 Senzor musí být nastaven kolmo k povrchu měřené kapaliny. Povrch kapaliny nesmí být pokryt silnou vrstvou pěny.
- Sypké látky
 Senzor přijímá dostatečně velké množství rozptýlených odrazů od povrchu materiálu, pokud je zrnění větší než 4 mm (difusní odraz). Při měření jemnozrnných nebo práškových sypkých látek, např. křemičitý písek, písek, cement, plastový prášek atd., je správná funkce závislá na povrchu (zrcadlový odraz).

Blokovácí vzdálenost

Z důvodu dozívání kmitů senzoru nemůže být z určité vzdálenosti bezprostředně pod ním přijat odražený impuls. Tato tzv. blokovácí vzdálenost určuje minimální vzdálenost mezi membránou senzoru a maximální úrovní média v zásobníku. Senzor DU 40 C má blokovácí vzdálenost asi 0,5 m; DU 41 C asi 0,8 m.

Pokyny pro návrh

Maximální měřicí rozsah

Měřicí rozsah závisí na následujících faktorech:

- Úroveň signálu odraženého od povrchu materiálu (rozptýlené odrazy).
- Tlumení signálu v prostoru mezi senzorem a materiálem
- Rušivé odrazy způsobené např. plněním materiálu
- Rušivé odrazy od vnitřních povrchů nádrže nebo zásobníku

První tři faktory jsou závislé na provozních podmínkách. Rušivé odrazy mohou být sníženy podle doporučení v tomto návodu.

Podmínky jsou ideální, když:

- Spodní hrana senzoru se nachází uvnitř zásobníku
- Do detekční zóny senzoru nezasahují žádné vestavby ani tok materiálu při plnění
- Sypké materiály jsou hrubozrnné a mají tvrdý povrch
- Kapaliny mají klidnou hladinu a neuvolňují páry
- Měření probíhá za atmosférického tlaku
- Zásobník není během měření plněn.
- Teplotní rozdíly v zásobníku jsou malé

Výpočet měřicího rozsahu

ultrazvukového senzoru pro danou aplikaci:

- Podle tabulky určete faktory ovlivňující měření
- Sečtěte odpovídající hodnoty tlumení (v dB)

Diagramy zobrazují ideální křivky tlumení odrazu pro senzory DU 40 C a DU 41 C.

- Posunujte křivkou dolů až na hodnotu odpovídající vypočtenému tlumení.
- Odečtěte hodnotu šumu pozadí vzhledem k maximální citlivosti 120 dB. Šum pozadí způsobený plněním nebo vyprazdňováním a rušivými odrazy od stěn zásobníku je obvykle asi 20 dB
- Maximální rozsah je v průsečíku hodnoty tlumení a křivky senzoru. Viz příklad.

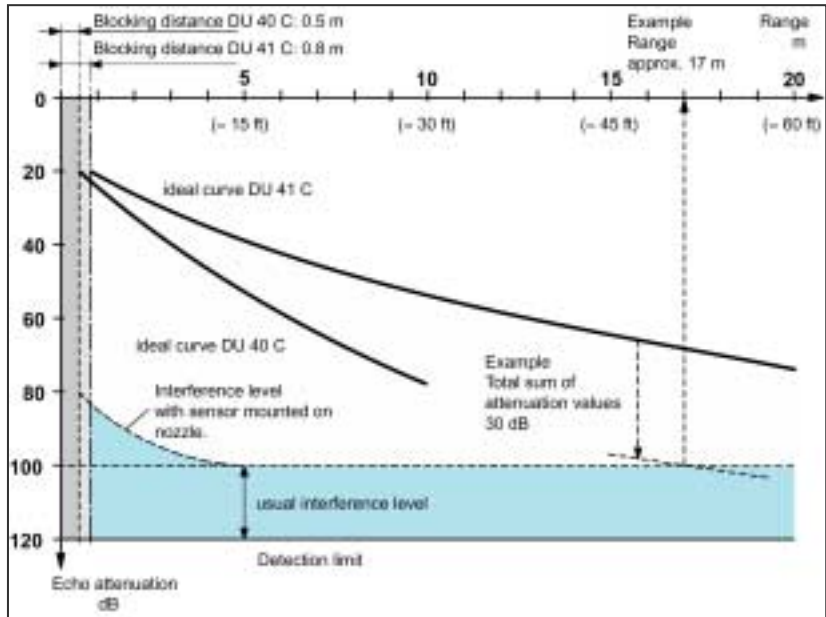
Je vypočtený rozsah postačující pro vaši danou aplikaci?

Vliv:	Tlumení (dB)
Gradient teploty: Rozdíl teploty do 20°C vzduchu mezi senzorem a povrchem média do 40°C do 60°C	0 5...10 10...20
Tok materiálu při plnění: Mimo oblast měření Slabý v oblasti měření Silný v oblasti měření	0 5...10 10...20
Hladina kapaliny: Klidná Zvlněná Silně zvířená (např. mícháním)	0 5...10 10...20
Pěna: Prosím kontaktujte Endress+Hauser	
Povrch sypkého materiálu: Hrubý, tvrdý Hrubý, měkký (např. prachem pokrytý slínek, rašelina)	20 20...40
Prašnost: Žádná Malá Velká	0 5 5...10

Tlumení v dB působením vlivů v nádrži nebo zásobníku

Vpravo: Tlumení echa jako funkce měřicího rozsahu, s příklady výpočtu rozsahu.

V hrdle senzor generuje rušivý signál, který se zmenšuje se stoupajícím rozsahem.



Blocking distance = Blokovací vzdálenost
Example = Příklad
Range approx. = Rozsah asi
Ideal curve = Ideální křivka
Detection limit = Limit detekce

Total sum ... = Součet všech hodnot útlumu 30 dB
Interference level ... = Úroveň rušení při montáži senzoru do hrdla
Usual interference level = Obvyklá úroveň rušení
Echo attenuation = Tlumení echa v dB

Příklad pro výpočet rozsahu (nádrž pro kapaliny):

Vlivy:	Tlumení
Rozdíl teplot v nádrži max. 60 °C	20 dB
Plnicí proud mimo oblast měření	0 dB
<u>Zvířený povrch kapaliny</u>	<u>10 dB</u>
Součet všech hodnot útlumu	30 dB

Za těchto podmínek je měřicí rozsah při použití senzoru DU 41C asi 17 m.

Detekční kužel a rušivé signály

Pokud se nacházejí v nádrži nebo zásobníku různé vestavby, je pečlivá volba umístění senzoru velice důležitá pro omezení rušivých signálů na co nejmenší míru. Ultrazvukový impulz by se měl dostat na povrch média bez zábran. Ultrazvuk vychází ze senzoru jako úzký paprsek, který se se zvětšující vzdáleností rozšiřuje. Každý předmět, který se nachází uvnitř tohoto paprsku, způsobuje odraz, který je senzorem přijímán.

- Hranám a překážkám zasahujícím do vyzařovacího kužele v jeho první třetině je nutné věnovat zvláštní pozornost, protože je zde silně koncentrovaná energie ultrazvuku a rušivé odrazy jsou, vzhledem ke krátké vzdálenosti, tlumeny pouze minimálně. Malé povrchy mohou proto vytvářet silné rušivé odrazy.
- Překážky v poslední třetině rozsahu nejsou tak kritické, neboť energie ultrazvuku je zde rozprostřena na velkou plochu.
- Objekty uprostřed vyzařovacího kužele (souvislá čára v diagramu) vytvářejí silné odrazy.
- Odrazy od hran (přerušované čáry) jsou důležité pouze pokud je užitečný signál přijímán od povrchu materiálu velmi slabý.

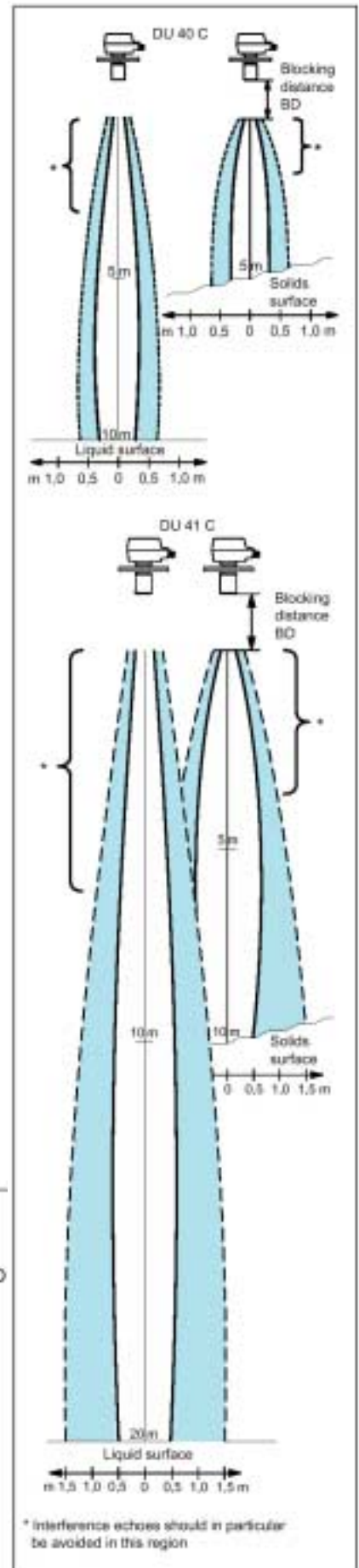
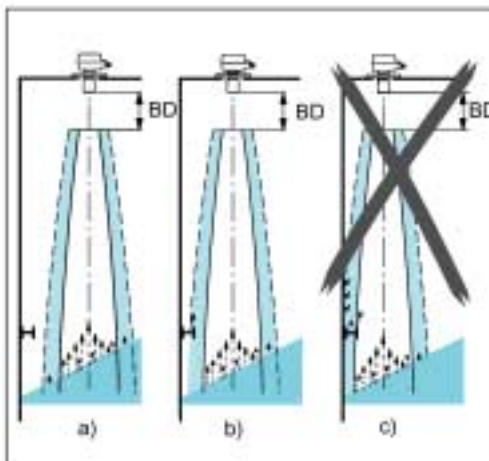
Přesnost

- Vliv kolísání tlaku je menší než 0,1% (ve vzduchu nebo dusíku)
- Konstantní teplota a rychlost zvuku po celé dráze jsou předpokladem přesnosti měření lepší než 1%. Při velkých teplotních
- gradientech a při proměnlivém složení plynů v prostředí šíření ultrazvuku musí být tyto vzaty v úvahu a Niversonic musí být odpovídajícím způsobem naprogramován. Dusíková atmosféra zvýší rychlost šíření pouze o 1%. U kapalin s vysokým parciálním tlakem musí být přezkoušeno, zda složení plynů zůstává konstantní.
- Rozlišení měření je 1,7 cm při rychlosti šíření zvuku 340 m/s.

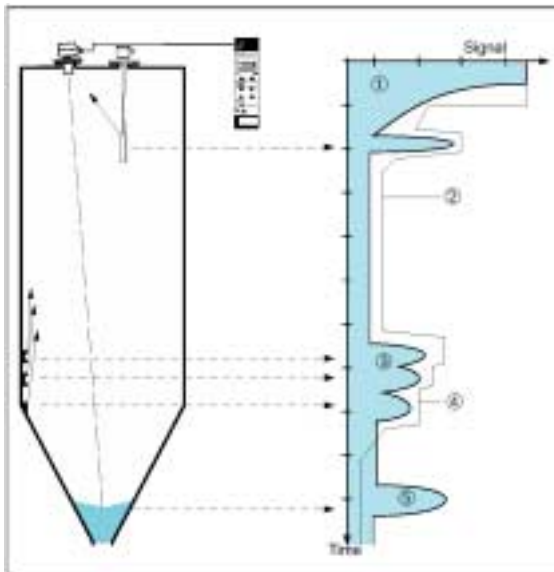
Vpravo:
Oblast detekce je závislá na rozsahu (čáry se stejným tlumením)

Blocking distance = Blokovací vzdálenost
Solids surface = Povrch sypké látky
Liquid surface = Povrch kapaliny
*Interference echoes ... = Rušivé odrazy jsou způsobovány většinou v této oblasti

Vlevo:
Rušivé odrazy způsobené vnitřními vestavbami a drsnými stěnami zásobníku!
a) Ideální montáž, bez rušivých odrazů
b) Normální montáž, pouze slabé rušivé odrazy
c) Nesprávná montáž, silné rušivé odrazy od vnitřních vestaveb a nerovných stěn (např. svary)



- Potlačení rušivých odrazů od vnitřních vestaveb
- ① Vyzařovací křivka senzoru
 - ② Časově závislý práh necitlivosti (TDT), který určuje úroveň detekce echa vyhodnocovací jednotkou
 - ③ Rušivé odrazy
 - ④ Potlačení rušivých odrazů (s charakteristickým pásmem necitlivosti)
 - ⑤ Užitečný odražený signál

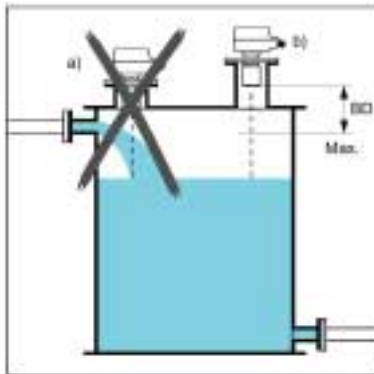


Potlačení rušivých odrazů

Rušivé odrazy od vnitřních vestaveb mohou být na Nivosonicu FMU671...677 zatlumeny pomocí „potlačení rušivých odrazů“. Úroveň detekce je tím nastavena nad rušivé odrazy a tyto se již neuplatňují při dalším zpracování signálu. Vezměte v úvahu, že nastavení detekce nad úroveň rušení snižuje měřicí rozsah. Při slabém užitečném signálu (např. zásobníky cementu) je nutné pomocí správné montáže a nasměrování senzoru udržet úroveň rušení co nejmenší.

Montáž

- a) Neměřte přes plnicí proud
- b) Vzdálenost BD (blokovací vzdálenost) vzhledem k maximální hladině musí být dodržena. Viz diagram pro rozměry a tvar hrdel na následující straně



Montáž na nádrž

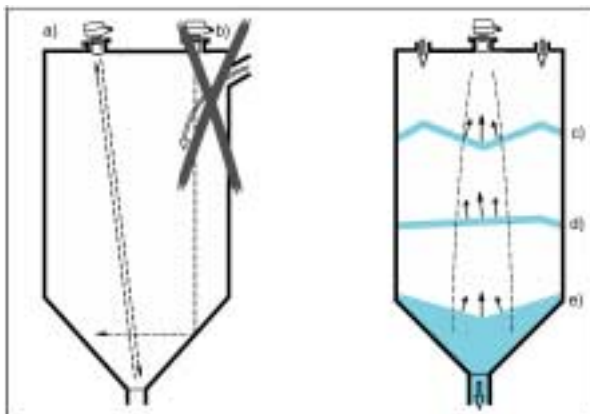
- Senzor musí být namontován tak, aby jeho membrána byla rovnoběžná s povrchem kapaliny.
- Vylučte měření přes plnicí proud kapaliny.
- Senzor by měl být namontován tak, aby nebyla ani při přeplnění tanku překročena blokovací vzdálenost.
- Vezměte v úvahu doporučené rozměry hrdla.

Montáž na zásobník

- Nastavte senzor na výpusť uprostřed zásobníku tak, aby i při prázdném zásobníku byl dostatečný odraz.
- Vylučte měření přes plnicí proud.
- Velmi jemné a prašné sypké látky nevytvářejí difúzní odraz. Impulz je odražen zpět podobně jako světlo (úhel odrazu = úhlu dopadu) a instalace pro správné měření je velmi kritická. Řiďte se, prosím, diagramy vpravo dole.

Vlevo:

- a) Správná montáž: co nejdále od stěn zásobníku a plnicího proudu. Středová výpusť vytváří dostatečný odraz i při prázdném zásobníku.
- b) Nesprávná montáž
 1. Měření přes plnicí proud.
 2. Signál je odražen při prázdném zásobníku do strany a není přijímán žádný signál.



Vpravo:

- Místo montáže pro jemnozrnné látky.
- c) Mezi sypnými kužely se vytváří dostatečně silný odraz směrem k senzoru.
- d) Hladké povrchy se sklonem do 5° vytváří dostatečný odraz směrem k senzoru.
- e) Střed vypouštěcího kužele vytváří dostatečně silný odraz směrem k senzoru.

Doporučení pro montáž

- Místo montáže zvolte tak, aby spodní okraj senzoru byl pod hranou stropu nádrže nebo zásobníku.

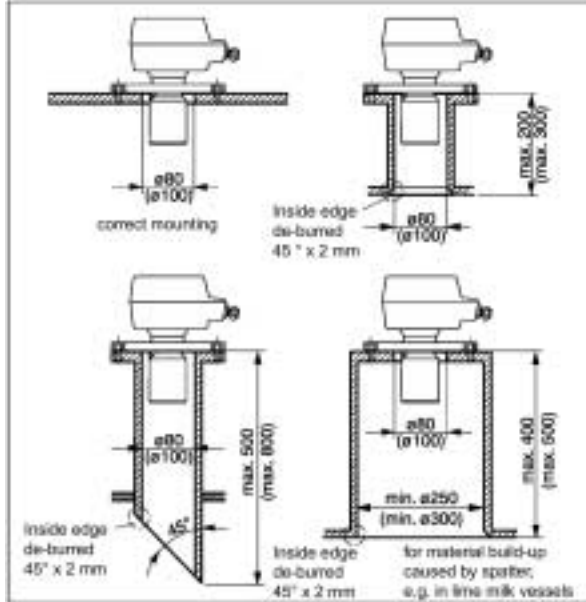
Příklady montáže pro uzavřené nádrže a zásobníky.

Údaje bez závorek jsou pro DU 40C, v závorkách pro DU 41C. V obou případech platí pro nejmenší přírubu.

Rozměry v mm.

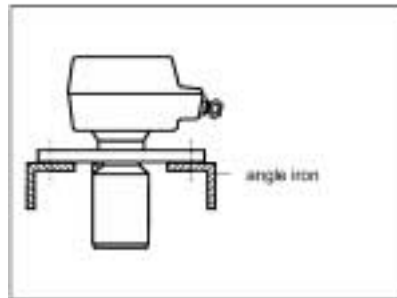
Doporučené rozměry hrdla jsou meze, ve kterých se může hrdlo pohybovat. **Zvolte co největší průměr při co nejmenší výšce.**

Correct mounting = správná montáž
 Inside edge de-burred = srazit vnitřní hranu
 For material ... = při tvorbě nánosů stříkáním materiálu např. v nádržích s vápenným mlékem



Příklad montáže pro otevřenou nádrž nebo zásobník.

Angle iron = úhlové železo



Montáž

Při montáži na přírubu na tlakovou nádobu použijte vždy vhodné těsnění.

Toto je možné, pokud není při maximální hladině překročena blokovací vzdálenost, tzn. že při plné nádrži nebo zásobníku je od příruby senzoru k maximální hladině mezera min. 50 cm pro DU 40C a 80 cm pro DU 41C.

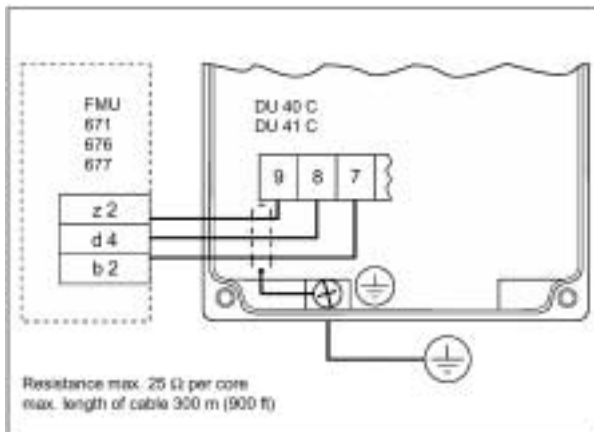
- Pokud hladina v nádrži nebo zásobníku zasahuje do blokovací vzdálenosti je možné senzor namontovat do hrdla.

Poznámka:

- V hrdle se nesmí tvořit nánosy a kondenzace.
- Hrdlo musí mít co největší průměr.
- Vnitřní povrch musí být co nejhladší (bez hran a svarů). Vnitřní hrany musí být zahlazeny.
- Při venkovní montáži hrdlo zaizolujte aby se zabránilo kondenzaci.
- Při venkovní montáži použijte ochranný kryt senzoru proti povětrnosti (příslušenství). Toto zabrání tvorbě kondenzace uvnitř senzoru vlivem velkého kolísání teploty. Zvětší se také přesnost měření teploty vnitřním teploměrem, který je chráněn před slunečním zářením.
- Válcové nádrže a zásobníky: Senzor nemontujte do středu víka kde dochází k příjmu současných vícenásobných rušivých odrazů. Toto je obzvláště aktuální při sférických dnech a víkách.
- Pro montáž nad otevřené zásobníky je možné senzor upevnit na dvě úhlová železa.

Dotáhněte nejprve protilehlé šrouby. Minimální moment pro dotažení je 40 Nm pro provozní tlak 1 bar. Maximální moment je 70 Nm.

Elektrické připojení



Resistance max. ... = Odpor max. 25 Ω na žílu, max. délka kabelu 300 m.

Prevence proti rušení

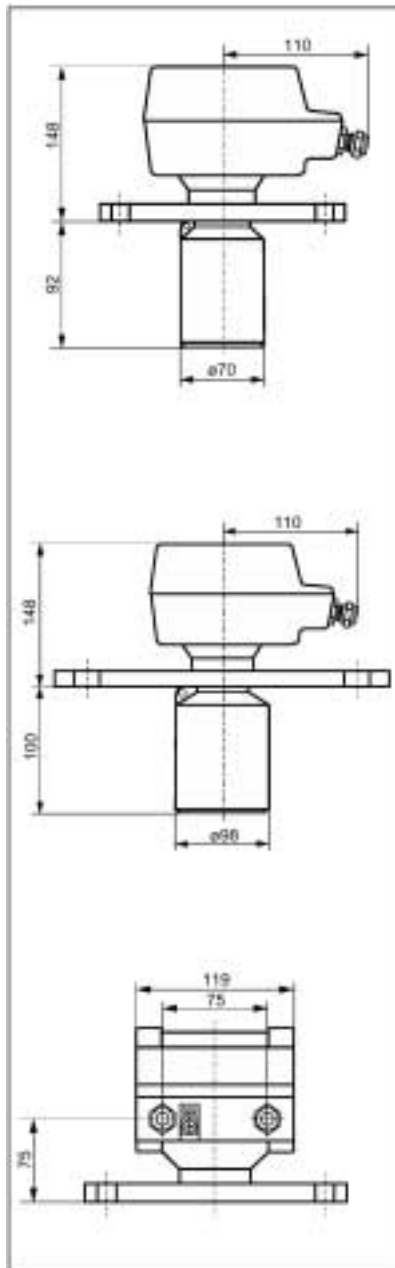
Následující zásady doporučujeme jako prevenci proti rušení způsobenému např. elektrickými nebo magnetickými poli po dráze kabelu nebo RFI rušením v blízkosti senzoru:

- Použijte stíněný kabel.
- Stínění připojte na vnitřní zemnicí svorku senzoru DU 40C / DU 41C, ne na Nivosonic.
- Připojte zemnicí kabel nebo vyrovnání potenciálu na vnější svorku senzoru.

Dodržení těchto zásad zajistí shodu dle EN 61326-1.

Pro všeobecné informace ohledně EMK (metody zkoušení, montáž) viz TI 241F/00/e.

Technické údaje



Rozměry

Nahoře:
DU 40C

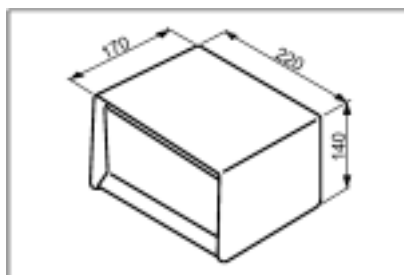
Uprostřed:
DU 41C

Dole:
Čelní pohled na hlavici

Standardní příruby viz
text na pravé straně a
objednací kódy na
následující stránce

Převodníky

- Nivosonic FMU 671
Zásuvná karta Racksyst 7 HP
s ovládacími prvky
- Nivosonic FMU 6716
Shodný s FMU 676, nastavování
pomocí přenosného komunikátoru
- Multipoint FMU 677
Zásuvná karta Racksyst 7 HP pro
ultrazvukový systém Multipoint se
společným čelním panelem



Ochranný kryt

Provedení

- DU 40 C
Měřicí rozsah:
max. 10 m pro kapaliny,
max. 5 m pro sypké látky
Příruba: od DN 80 nebo 4" výše
- DU 41 C
Měřicí rozsah:
max. 20 m pro kapaliny,
max. 10 m pro sypké látky
Příruba: od DN 100 nebo 4" výše

Provozní údaje

- Provozní tlak p_o :
-0,5 ... +1 bar
- Provozní teplota
(teplota vzduchu) v nádrži nebo
zásobníku: -20 ... +80 °C
- Teplota okolí hlavice:
Jmenovitá teplota 0 ... +60 °C
Maximální teplota -20 ... +60 °C
- Vlhkost vzduchu v nádrži: 100% (0
... +80 °C)
- Kompenzace rychlosti šíření
ultrazvuku:
zabudovaný křemíkový teploměr
za membránou senzoru
- Pracovní frekvence DU 40C:
přibližně 43 kHz
- Pracovní frekvence DU 41C:
přibližně 29 kHz
- Frekvence impulzů DU 40C: \approx 6 Hz
- Frekvence impulzů DU 41C: \approx 1,5 Hz
- Blokovací vzdálenost DU 40C:
přibližně 0,5 m
- Blokovací vzdálenost DU 41C:
přibližně 0,8 m

Konstrukční materiály

- Hlavice: aluminium (AlSi 12),
polyuretanový nebo epoxidový lak
- Příruba: polypropylén
- Senzor: PP / skelná vlákna

Standardní příruby a rozměry

- DIN: DN 80 až DN 200, PN 16,
dle DIN 2501
- ANSI: 4" až 8", 150 lbs,
dle ANSI B 16.5
- JIS: 10 K 100 nebo 150,
dle JIS B 2210, tabulka 3-1
(„tlustá“)

Tloušťka příruby se může lišit od
standardu.

Elektromagnetická slučitelnost

Dle EN 61326-1, přístroje tř. B.
Na přístroje je vystaveno prohlášení
o shodě dle Zák. 22/1997 sb.

Příslušenství

Kryt proti vlivům povětrnosti
Materiál: PVC, světle šedý
Váha: 0,9 kg
Teplota okolí:
-20 ... +80 °C
Objednací číslo: 918624-0000

Objednací kódy

Ultrazvukový senzor DU 40 C		Váha
Certifikáty, osvědčení		
R	standardní (bez certifikátů)	
Procesní připojení (max. provozní tlak $p_e = 1$ bar)		
A	příruba DN 80 PN 16, PP	2,5 kg
B	příruba DN 100 PN 16, PP	2,6 kg
C	příruba ANSI 4" 150 lbs, PP	2,7 kg
D	příruba JIS 10K 100, PP	2,6 kg
Materiál ve styku s médiem		
1	čelo senzoru: PP	
Hlavice		
A	lakovaný hliník, IP P5, Pg16	
B	epoxidový lak, hliník, IP 65, Pg16	
Y	jiné provedení na vyžádání	
DU 40 C		Kompletní objednávací kód

Ultrazvukový senzor DU 41 C		Váha
Certifikáty, osvědčení		
R	standardní (bez certifikátů)	
Procesní připojení (max. provozní tlak $p_e = 1$ bar)		
A	příruba DN 100 PN 16, PP	3,3 kg
B	příruba DN 150 PN 16, PP	3,8 kg
C	příruba DN 200 PN 16, PP	4,5 kg
D	příruba ANSI 4" 150 lbs, PP	3,3 kg
E	příruba ANSI 6" 150 lbs, PP	3,9 kg
F	příruba ANSI 8" 150 lbs, PP	4,9 kg
G	příruba JIS 10K 100, PP	3,3 kg
H	příruba JIS 10K 150, PP	3,8 kg
Y	jiné provedení na vyžádání	
Materiál ve styku s médiem		
1	čelo senzoru: PP	
Hlavice		
A	lakovaný hliník, IP P5, Pg16	
B	epoxidový lak, hliník, IP 65, Pg16	
Y	jiné provedení na vyžádání	
DU 40 C		Kompletní objednávací kód

Doplňující dokumentace



Převodník Nivasonic FMU 671 (v krytu Monorack) s LCD displejem a ovládacími prvky

- Souhrn bezkontaktního měření hladiny pomocí ultrazvukového systému Nivasonic, přehledová dokumentace PI 004F/00/en
- Převodníky Nivasonic FMU 671, FMU 676 pro připojení ultrazvukových senzorů DU, technická informace TI 062F/00/en
- Systém Multipoint pro více měřicích míst pro ultrazvukové měření hladiny, technická informace TI 086F/00/en
- Tabulka chemické odolnosti pro polypropylén (anglicky), technická informace TI 214F/00/en
- Zkušební postupy pro elektromagnetickou kompatibilitu, technická informace TI 241F/00/en

Česká republika

Endress+Hauser Czech, s.r.o.

Jeníkova 2
17066 Praha 7
tel: +42 02 66784200
fax: +42 02 66784179
e-mail: info@endress.cz
www.endress.cz
www.cz.endress.com

Endress+Hauser
The Power of Know-How

