

Meranie výšky hladiny tuhých a kvapalných látok impulzným radarom

Dušan Kisel, Juraj Kolesár

Z palety meracích princípov na meranie výšky hladiny tuhých a kvapalných materiálov v príspevku bližšie popíšeme meranie bezdotykovou metódou, ktorá je založená na radarovom princípe. Jedným z popredných svetových výrobcov prístrojovej techniky merania výšky hladín a tlakov je nemecký výrobca VEGA, ktorý úspešne vyrába radarové meracie systémy už takmer 8 rokov.

Meranie výšky hladiny impulzným radarom

Viacerí z nás, ale najmä vodiči, majú „svoje“ občasné nepríjemné skúsenosti s radarom. Pojem radar sa nám vybaví vždy intuitívne s nepríjemným pocitom, keď sa v spätnom zrkadle nášho auta objaví nečakane policajné auto.

Inžinieri označujú radarové signály ako radarové žiarenie, fyzici ako radarové vlnenie, pre kvantových fyzikov sú kvantovo-elektrodynamickým javom. Práve tento pojem dáva najavo, že nie je celkom jasné, čo je základom radarového signálu. Richard P. Feynman, fyzik, výskumník a kvantový teoretik povedal raz svojim študentom: „Vážené dámy, vážení páni, ak teraz nepochopíte, čo Vám hovorím, žiaden strach, ja tomu taktiež celkom nerozumiem“. Feynman tým naznačil, že nemôžeme vedieť všetko. To však neprekážalo inžinierom a vedcom, aby asi v roku 1940 radarovú techniku úspešne uviedli do praxe.

RADAR (Radio detection and ranging) bola do 70-tych rokov veľmi drahá technika (technológia) používaná hlavne pre vojenské aplikácie, pre výskum v klimatológii a meteorológii pomocou rádioteleskopov. Vďaka rozširovaniu satelitných systémov a ďalších široko používaných mikrovlnných jednotiek (rádiotelefonov) vyrábaných vo veľkých množstvách bolo možné ich použitie aj v iných aplikáciách za prijateľnú cenu.

Pri rozširujúcej sa priemyselnej automatizácii sú čoraz častejšie požadované viac sofistikované meracie systémy. Od senzorov sa očakáva spoľahlivá prevádzka aj v najnáročnejších pracovných podmienkach, ako sú vysoká teplota, tlak alebo vákuum, agresívne prostredie atď. Radarová technológia bola použitá aj v oblasti senzorov, pretože spĺňa tieto náročné požiadavky. Použitím radarového žiarenia na meranie výšky hladiny možno vyriešiť mnoho problémov, čo nebolo možné s použitím známych princípov, resp. iba s nedostatočnou presnosťou.

Radarové meranie výšky hladiny sa používa hlavne tam, kde iné senzory zlyhali alebo dosahovali nepresné výsledky, kvôli náročným podmienkam okolia. Všeobecne možno týmto princípom merať výšku hladiny kvapalín, ako aj tuhých ma-

teriálov. Spoľahlivé sú merania vodivých, ako aj nevodivých materiálov.

Typické oblasti použitia radarového merania sú:

Kvapaliny

- voda (aj s extrémnym generovaním pary)
- kyseliny
- zásady
- farby
- oleje
- rozličné roztoky
- potraviny
- atď.

Tuhé materiály

- uhlie
- ruda
- grafit
- slinok
- múka
- obilie
- celulóza
- atď.

Merací princíp

Radarový princíp merania je založený na meraní času potrebného na prechod elektromagnetických vln - mikrovln pri preknaní vzdialenosti medzi vysielateľom, hranicou rozhrania dvoch prostredí a prijímačom vlnenia. Mikrovlny sa šíria rýchlosťou svetla a na rozdiel od zvukových vln nepotrebujú prenosové médium. Meranie je možné tak vo vákuu, ako aj v prostredí s vysokým tlakom.

Vlnová dĺžka mikrovln je medzi 1 m až 1 mm, čomu zodpovedá frekvencia mikrovln v rozsahu od 300 MHz do 300 GHz. Na meranie výšky sa bežne používajú frekvencie v rozsahu od 5 - 25 GHz (cm pásmo). S ohľadom na telekomunikačné odporúčania sa voľba vysielacej frekvencie radarových senzorov volí tak, že je v rozsahu frekvencií povolených pre priemyselné použitie. Takým je tzv. ISM rozsah (Industrial Scientific Medicine), čo je 5,8 GHz.

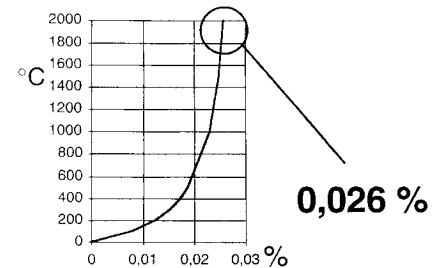
VEGA - vedúca firma merania výšky hladiny pomocou 8 meracích princípov používa štandardne túto frekvenciu (5,8 GHz v Európe, 6,3 GHz v USA).

Priemerná hodnota emitovaného (vysielaného) žiarenia v výkonu radarov VEGA je približne 90 μW (asi 3,18 $\mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$), pričom dovolená medzná hodnota pre telekomunikačné zariadenia je 1 mW (približne 10 $\text{mW}\cdot\text{cm}^{-2}$), čo je podstatne viac, ako vyžarujú senzory VEGAPULS, takže

v žiadnom prípade nedochádza k ohrozeniu osôb. Práve systémy VEGAPULS boli telekomunikačným úradom povolené na použitie mimo kovových uzatvorených zásobníkov.

Šírenie mikrovln

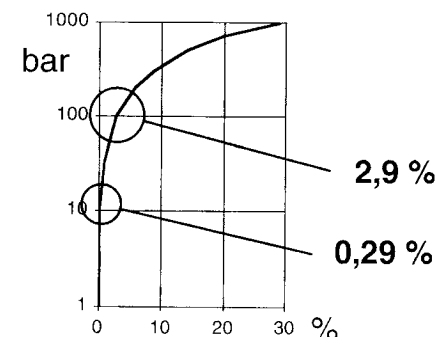
Keďže mikrovlny sú elektromagnetické vlny, ich šírenie je podobné pri optickom žiarení s rýchlosťou svetla. Zvláštnou prednosťou radarových systémov je, že nie sú citlivé na zmeny teploty, tlaku a zloženie plynu v meranom priestore. Na obr. 1 je zobrazená závislosť rýchlosti šírenia mikrovln od teploty.



Obr. 1 Závislosť rýchlosti šírenia mikrovln od teploty

Rýchlosť šírenia mikrovln iba nepatrne závisí od teploty, preto zmeny teploty v technologických procesoch netreba uvažovať. Taktiež teplotné vrstvy nad meranou látkou nespôsobujú problémy a tlmenie mikrovln.

Napr. pri inštalácii iba mechanických dielov senzorov v zásobníku (anténa a príruška) a obvodov elektroniky mimo zásobníka sa môže teplota príruby meniť v širokom rozsahu teplôt. V prípade dostatočného chladenia anténového systému môže byť teplota meranej látky vyššia ako 1000 °C.



Obr. 2 Závislosť zmeny rýchlosti šírenia mikrovln od okolitého tlaku

SNIMACE
PŘEVODNÍKY

Na obr. 2 je zobrazená závislosť zmeny rýchlosti šírenia mikrovln od okolitého tlaku. Pretože rýchlosť mikrovln je iba málo ovplyvnená pri zmenách tlaku možno povedať, že zmeny tlaku v zásobníku neplyvajú na výsledok merania.

Mikrovlny nevyžadujú prenosové médium, napr. vzduch, meranie môže prebiehať aj vo vákuu na rozdiel od ultrazvukových systémov. Vďaka kompaktnej konštrukcii radarov je možné meranie v širokom rozsahu až do pretlakov 1,6 MPa a v špecifických aplikáciách až do 6,4 MPa. Rovnako silné turbulencie vzduchu a plynov pri pneumatickom plnení a hluk nespôsobujú chybu merania.

V tab. 1 je uvedená závislosť vplyvov rozličných prenosových plynov od rýchlosti šírenia mikrovln. Ako dokumentuje tabuľka, všeobecne plyny napr. ochranné alebo vznikajúce pri technologických procesoch vyparovaním nespôsobujú chybu merania.

prenosové médium	chemická značka	pokles rýchlosti šírenia mikrovln
Dusík	N ₂	0,00058%
Vodík	H ₂	0,01500%
Metán	CH ₄	0,01500%
Kyslík	O ₂	0,00210%
Argón	Ar	0,00100%
Čpavok	NH ₃	0,00860%
Chlór	Cl ₂	0,04900%
Hélium	He	0,02580%
Para	H ₂ O	0,00410%
Vákuum		0,02900%

Tab.1 Vplyv prenosových plynov na rýchlosť šírenia mikrovln

Radarové systémy sú odolné voči typu plynu, zloženiu plynu, koncentrácii a vrstveniu plynov v meranom priestore.

Odraz mikrovln od meraných látok

Meranie pulzným radarom nezávisí od pohybu transportného média (vrátane prachu a pary), ako je to v prípade ultrazvukových senzorov. Mikrovlny prechádzajú cez častice prachu alebo pary iba s malým útlmom, preto radar možno použiť aj v najextrémnejších prachových a parných podmienkach.

VEGA senzory navyše minimalizujú možné problémy od kondenzácie pary na anténe vďaka relatívne nízkej vysielacej frekvencii - 5,8 GHz a kónickej konštrukcii antény.

Elektromagnetické vlny sa odrážajú od povrchov meraných materiálov. Vlastnosti odrazov v rozličných materiáloch závisia hlavne od ich vodivosti a relatívnej permitivity ($\epsilon_r = DK$). Elektricky vodivé materiály, ako sú napr. kyseliny, zásady atď., majú veľmi dobrý odraz a ich meranie je bez problémov a nezávisí od hod-

ϵ_r	kvalita odrazu
> 10	dobrý odraz
> 4 - 10	poslačujúci odraz
> 2 - 4	slabý odraz
< 2	overenie aplikácie pomocou testu na odraz so skúšobným prístrojom

Tab.2 Vplyv relatívnej permitivity ϵ_r na kvalitu odrazu

noty ϵ_r . Ak je látka elektricky nevodivá, potom veľkosť ϵ_r je podstatná pri účinnom odraze. V prípade nízkej hodnoty ϵ_r ($\epsilon_r < 2$) časť mikrovln preniká do meranej látky a iba malá časť sa odráža späť ku prijímaču a možno ju využiť na meranie. Tento efekt je veľmi častý v prípadoch suchých sypkých materiálov. V tab. 2 sú uvedené hranice relatívnej permitivity ϵ_r na kvalitu odrazu.

Zo skúsenosti možno povedať, že v meraných látkach s relatívnou permitivitou $\epsilon_r > 2$ alebo s elektrickou vodivosťou $\gamma > 10 \text{ S.cm}^{-1}$ je dostatočný odraz a možno ich ľahko merať. Normálne kvapaliny generujú veľmi silné odrazy, dokonca aj v prípade zvlhenej hladiny je meraná výška kvapalín bez väčších problémov.

V sypkých jemnozrnných materiáloch pri vytváraní kužeľov vznikajú pri meraní rovnaké problémy ako v prípade merania pomocou ultrazvuku. Mikrovlny sú odrážané na stranu, samotný meraný materiál produkuje iba slabý odraz, avšak bočná stena zásobníka naopak veľmi silný - falošný odraz.

Princíp radaru

V technickej praxi sa stretávame s niekoľkými princípmi radaru. Najznámejším princípom je CW-Radar (CW - continuous wave). Tento princíp využíva pri meraní zmenu frekvencie mikrovln od pohybujúceho sa objektu (tzv. Dopplerov efekt). Tento typ radaru umožňuje merať rýchlosť objektu, nie jeho absolútnu vzdialenosť, a preto sa využíva na známe meranie rýchlosti alebo ako elektrický otvárač dverí (vrátnik).

Na trh priemyselných aplikácií pri meraní výšky sa objavujú radarové systémy využívajúce dva základné princípy:

- FMCW radar (frequency modulated continuous wave),
- pulzný radar.

FMCW radar využíva pri meraní výšky hladiny nepriamo meranie rozdielu frekvencií vysielateľa a prijímača. Vysielač generuje spojený signál s moduláciou zmeny frekvencie v určitom rozsahu (10 - 11 GHz) počas presne určenej doby (pílovitý charakter zmeny frekvencie). Z rozdielu vysielanej a prijímanej frekvencie odrazu možno po zložitej analýze (FFT) získať meranú vzdialenosť. Nevýhodou tohto spôsobu merania je potreba precízneho generátora vysokej frekvencie, náročná analýza odrazeného signálu a vznik tzv. mŕtvej zóny medzi povrchom meranej látky a senzorom (vyplýva to z času výpočtu).

Pulzný radar vznikol z dvoch príčin: tento princíp používali výrobcovia v prípade ultrazvukových senzorov už veľa rokov, FMCW radar je často pomalý pre rýchle zmeny povrchu meranej látky.

Princíp pulzného radaru je taktiež dobre známy, ale o tom až v budúcom pokračovaní.

Ing. Dušan Kisel, CSc.,
Ing. Juraj Kolesár, CSc.



**Výška hladiny a procesný tlak?
Ano, s VEGOU!**

kontinuálne meranie výšky hladiny
vyhodnotenie medzných stavov materiálov
meranie procesných a diferenčných tlakov

Najvyššia spoľahlivosť,
jednoduchá inštalácia
a skutočné potešenie pre užívateľa

výhradné obchodné zastúpenie
firmy VEGA a TESTO
poradenstvo, predaj, servis:
K-TEST, s.r.o.,
Letná 40, 042 60 Košice, tel./fax: 095/62 536 33

Meranie výšky hladiny tuhých a kvapalných látok impulzným radarom (9)

Dušan Kisel, Juraj Kolesár

Z palety meracích princípov na meranie výšky hladiny tuhých a kvapalných materiálov v príspevku bližšie opíšeme meranie bezdotykovou metódou, ktorá je založená na radarovom princípe. Jedným z popredných svetových výrobcov prístrojovej techniky merania výšky hladín a tlakov je nemecký výrobca VEGA, ktorý úspešne vyrába radarové meracie systémy už takmer 8 rokov.

Princíp radaru

Radarové systémy na meranie výšky hladiny vysielajú mikrovlnné impulzy s energiou menšou ako 1 mW, s krátkym časom trvania menším ako 1 ns (žiarenie za tento čas prekoná vzdialenosť 30 cm). Žiarenie sa odráža späť povrchom meranej látky k anténe. Anténa sa prepne do funkcie prijímu a prijíma časť impulzu odrazených signálov. Vyhodnocuje sa čas medzi impulzmi prijímača a vysieláča.

Čas prechodu vlnenia je priamoúmerný vzdialenosti medzi prístrojom a povrchom meraného média.

Vzdialenosť H v zásobníku je daná:

$$H = \frac{1}{2} c \cdot \Delta t \quad (m) \quad (1)$$

kde c je rýchlosť mikrovlnného vlnenia (ms^{-1})

(ako svetlo, asi $3 \cdot 10^8 \text{ms}^{-1}$),

Δt - čas, ktorý potrebuje vlnenie na prekonanie vzdialenosti $2 \cdot H$ (s),

H - vzdialenosť medzi vysieláčom a meraným materiálom (m).

Skutočnú výšku meraného materiálu h určí merací systém odpočítaním meranej vzdialenosti H od zadanej výšky zásobníka V . Výška zásobníka V sa vkladá do programu ultrazvukového systému pri jeho inštalácii na zásobník.

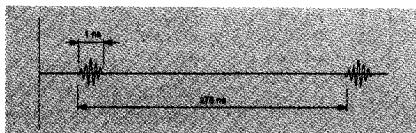
V prípade ultrazvukových systémov sa výška hladiny počíta na každý jeden cyklus impulzov.

V prípade pulzných radarov je vzhľadom na rýchlosť šírenia mikrovln a pracovnú frekvenciu vysieláča nemožné realizovať meranie po každom jednom cykle impulzov. Napr. v typickej aplikácii merania výšky pri vzdialenosti radara od povrchu meranej látky 1 m je časový interval Δt iba 6,66 ns, čo je asi 10^6 -krát rýchlejšie, ako je to v prípade ultrazvukového merania.

Takéto rýchle spracovanie a vyhodnotenie odrazeného signálu je technicky nerealizovateľné, preto sa tu používa špeciálny spôsob spracovania signálov.

Radarové impulzy sú vysielané anténovým systémom ako séria - „balík“ - impulzov s frekvenciou 5,8 GHz s trvaním 1 ns, s prestávkou 278 ns, čomu zodpovedá taktovacia frekvencia impulzov takmer 3,6 MHz (obr. 1).

V prestávke impulzov sa anténa prepína do funkcie prijímača. Počas periódy sig-



Obr.1 Sekvencia impulzov

nálu kratšej ako 10^{-6} s treba generovať signály a v zlomku sekundy zaznamenať krivku odrazov.

VEGA to dosahuje vďaka špeciálnej procedúre - časovej transformácii, ktorá zberá viac ako $3,6 \cdot 10^6$ odrazov/s a pretransformuje ich do pomaly pohybujúcich sa odrazov s výslednou frekvenciou asi 43 Hz. To znamená, že dôjde celkovo k časovej transformácii väčšej ako 82 000-krát (5,8 GHz/70 kHz) a akoby rýchlosť mikrovln poklesla na asi $3620 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Časový interval mikrovln potrebný na prekonanie 1m sa tak transformuje na čas väčší ako 0,5 ms. Takto pri meracom rozsahu 0 až 20 m radarov VEGA možno dosiahnuť až 40 meraní/s a zaisťiť veľmi rýchle meranie.

Vyhodnocovacia elektronika pulzného radaru VEGA môže presne analyzovať krivku odrazov v cykloch desiatín sekúnd bez potreby vyhodnocovať frekvenčnú analýzu (FFT) požadovanú pri FMCW radaroch.

Pulzný radar pri procedúre vyhodnotenia odrazov nie je limitovaný tzv. minimálnou vzdialenosťou a meranie môže realizovať od konca antény systému. Pretože mikrovlny a ultrazvukové vlny majú takmer rovnaké odrazové charakteristiky, možno na ich vyhodnotenie použiť podobný programový algoritmus. VEGA využíva ECHOFOX signal processing, t. j. spracovanie signálov pomocou programu ECHOFOX a vďaka rýchlemu mikroprocesoru dosahuje vysokú meraciu presnosť a rýchlosť.

Číslcová filtrácia zaisťuje optimálne prispôsobenie sa príslušnej aplikácii.

Každý individuálny odraz je vyhodnocovaný v celej sérii odrazov pomocou všetkých už zaznamenaných odrazov. Vyhodnotenie sa realizuje na základe mnohých kritérií, ale najmä:

- poznatkov užívateľa,
- skúsenosti firmy VEGA (viac ako 20-ročné skúsenosti z vyhodnocovania odrazov v pulzných systémoch),
- historickej pamäti (zozbieranie kriviek odrazov počas merania do pamäte pre porovnanie),
- expertný systém s fuzzy Logikou na analýzu jednotlivých odrazov, kde sa zaznamenáva:
 1. veľkosť odrazu,
 2. tvar odrazu,
 3. viacnásobný odraz,
 4. falošný odraz,
- výpočet pravdepodobnosti odrazu.

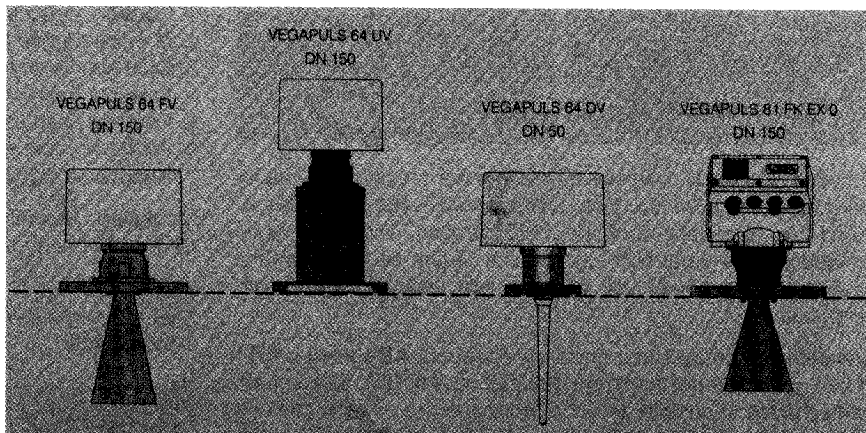
Na základe týchto skutočností sú všetky odrazy spracované a odraz sa s najvyššou pravdepodobnosťou vyhodnocuje ako meraná výška. Takéto spracovanie signálu zaisťuje vysokú spoľahlivosť aj vo veľmi obťažných aplikáciách.

Ovládanie programu ECHOFOX je vďaka učiacemu módu veľmi jednoduché a užívateľ nepotrebuje študovať návod na použitie.

Program pracuje v prostredí WINDOWS a je silne graficky podporený. Umožňuje jednoduché nastavenie parametrov meracích systémov (VEGASON, VEGAPULS) aj v najnáročnejších aplikáciách.

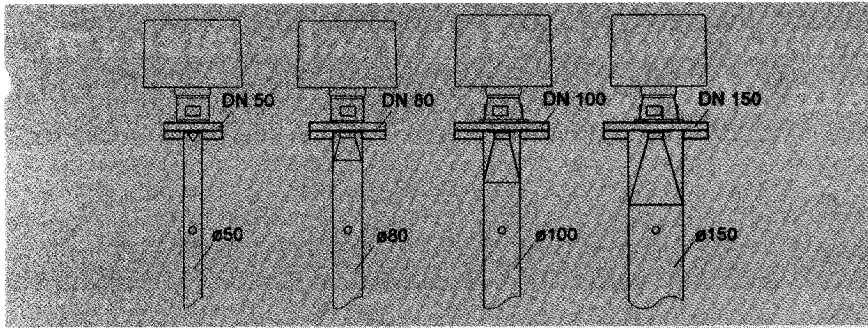
Falošné odrazy

Súčasne sa k odrazom od meranej hladiny pridružujú ďalšie rušivé odrazy, ktoré



Obr.2 Anténové systémy pulzných radarov VEGA

SNÍMAČE A PŘEVODNÍKY



Obr.3 Rúrová anténa radarového merania

senzor sníma. Dôležitou úlohou pri spracovaní signálov je, aby sa vyhodnotil skutočný - pravý odraz od meranej hladiny. Pri hrubozrnnom materiáli, ktorý vytvára kužeľ pri napíňaní alebo vyprázdňovaní, sú typické difúzne odrazy. Obzvlášť v zásobníkoch s kvapalinami, ale aj pri jemnozrnných sypkých materiáloch, vznikajú viacnásobné odrazy od vnútornej konštrukcie, ktoré môžu byť silnejšie ako odraz od meranej hladiny. Navyše rušivé odrazy môžu vznikáť od vstavaných zariadení v zásobníku pri vyprázdňovaní alebo plnení. Zvláštnosťou mikrovlnného merania je to, že odrazy od vlhkých (vstavaných častí) sú podstatne silnejšie ako od suchých častí.

Objekty s hladkými profilmi spôsobujú silné falošné odrazy, pretože povrch odráža veľkú časť dopadajúcich mikrovln. Podľa možnosti potom takéto objekty odporúčame vylúčiť z vyžarovacieho kužeľa, alebo odtieniť šikmo smerovanými tienidlami tak, aby sa energia mikrovln difúzne rozptýlila a slabý odraz možno jednoducho odfiltrovať senzorom.

V tomto prípade je jedinou schodnou metódou potlačenie (prekrytie) odrazov pomocou pevného ulmenia odrazov vo vyhodnocovacej elektronike. Lepšie meranie sa dosiahne, ak sa spracovanie odrazov realizuje s „plávajúcou“ strednou krivkou (floating average curve), ako aj využitím prvkov fuzzy logiky na identifikáciu odrazov meranej hladiny.

Anténový systém

Pulzný radar možno inštalovať so štyrmi typmi antén pre rozličné aplikácie a podľa podmienok technologického procesu. Na obr. 2 sú uvedené tri základné typy. Každý anténový systém má rozdielne fyzikálne vlastnosti.

Kuželová anténa

(tzv. Hornova) je kovový kužeľ, ktorý umožňuje optimálne smerovanie mikrovln a dosahuje veľmi vysoké zosilnenie. Je to anténa najvhodnejšia pre väčšinu aplikácií. Vyznačuje sa dobrou mechanickou stabilitou, možnosťou veľkosti príruby (DN 100-DN500), voliteľným materiálom antény (StSt, PTFE, C4, Tantal, C22), ktoré odolávajú aj veľmi agresívnym látkam a prostrediam s teplotou od -200 do 1000 °C a viac, s tlakmi do 6,4 MPa. Tento typ

kuželovej antény umožňuje jednoduché oddialenie antény - predĺženie pomocou rúry. Teplota príruby s ohľadom na materiál žiariča - PTFE je limitovaná na asi 150 °C. S chladenou predlžovacou rúrou možno merať výšku hladiny materiálov s vysokou teplotou. Práve možnosť ohýbať predlžovaciu rúru, dovoľuje inštalovať snímač bočne do zásobníka.

Krátka prírubová anténa

Táto anténa sa používa iba v špeciálnych aplikáciách. Všeobecne prírubová anténa je Hornova anténa, ktorá je umiestnená pred PTFE (teflonovou) doskou. Funkciu to zodpovedá plastovému zásobníku, ktorým preniká Hornova anténa. Krátka prírubová anténa sa používa hlavne v prípade veľmi agresívnych materiálov alebo pri výrobe veľmi čistých materiálov (polovodiče).

Dielektrická tyčová anténa

Táto nevodivá, dielektrická (PTFE) anténa má tvar tyče, ktorej priemer sa smerom ku koncu znižuje - tzv. end-fire žiarič. Často sa označuje aj ako polyrod. Priemer tyče je odstupňovaný smerom dolu, a ako mikrovlny postupujú tyčou, stále viac a viac energie sa oddeľuje od

tyče a dochádza k jej vyžarovaniu cez povrch. Hlavný smer vyžarovania je v smere hrotu. Dielektrická tyč teda pôsobí ako vlnovod a žiarič. Veľkou výhodou tohto typu antén je to, že ich mechanická konštrukcia dovoľuje použitie minimálnej príruby DN 50. Vzhľadom na použitý materiál tyče sa dosahuje odolnosť voči extrémne agresívnym látkam. Anténa sa dodáva v rôznych dĺžkach. Lahko sa čistí, je najvhodnejšia pre potravinársky a farmaceutický priemysel. Tyčová anténa je vhodná pre teploty od -100 do +200 °C a tlaky do 2,5 MPa.

Rúrová anténa

Ďalšou možnosťou ako realizovať merania radarom je inštalácia radaru do kovového alebo pokovovaného potrubia (obr. 3), ktoré je vstavané v zásobníku alebo mimo zásobníka (tzv. by pass). Týmto spôsobom sa dá zaistiť presné smerovanie mikrovln, veľmi dobrý signál odrazu aj v prípade materiálov so slabým odrazom ($\epsilon < 1,5$). Inštalácia je možná na rúru už s priemerom DN 50 (v špeciálnych prípadoch DN 40). Meranie je necitlivé na silne zvlnený povrch a prípadné pary. Vysoká spoľahlivosť systému sa dosahuje aj pri teplotách od -200 do +200 °C a tlakoch do 6,4 MPa. Meracie potrubie predstavuje pre mikrovlny vodič. Z tohoto dôvodu je rýchlosť šírenia mikrovln v rúre vyššia a závisí od priemeru rúry. Vo vyhodnocovacom prístroji sa musí naprogramovať vnútorný priemer rúry, a tak prispôbiť rýchlosť šírenia vlnenia.

Ing. Dušan Kisel, CSc.,
Ing. Juraj Kolesár, CSc.



Výška hladiny a procesný tlak?
Áno, s VEGOU!

kontinuálne meranie výšky hladiny
vyhodnotenie medzných stavov materiálov
meranie procesných a diferenčných tlakov

**Najvyššia spoľahlivosť,
jednoduchá inštalácia
a skutočné potešenie pre užívateľa**

výhradné obchodné zastúpenie
firmy VEGA a TESTO
poradenstvo, predaj, servis:
K-TEST, s.r.o.
Letná 40, 042 60 Košice, tel./fax: 095/62 536 33

PREVODNÍKY

APLIKOVANÉ

2

Meranie výšky hladiny tuhých a kvapalných látok impulzným radarom (10)

Dušan Kísel, Juraj Kolesár

Z palety meracích princípov na meranie výšky hladiny tuhých a kvapalných materiálov v príspevku bližšie opíšeme meranie bezdotykovou metódou, ktorá je založená na radarovom princípe. Jedným z popredných svetových výrobcov prístrojovej techniky merania výšky hladín a tlakov je nemecký výrobca VEGA, ktorý úspešne vyrába radarové meracie systémy už takmer 8 rokov.

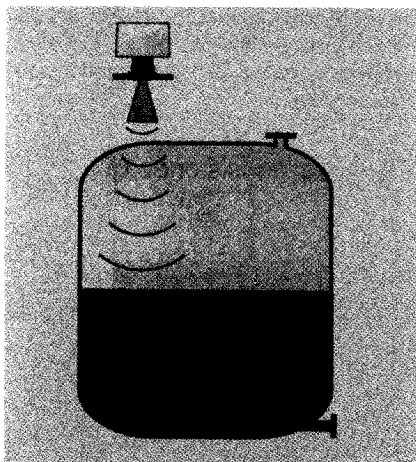
Meranie cez stenu zásobníka alebo cez „okno“

Radarové mikrovlny môžu prenikáť nevodivými látkami, ako sú sklo alebo plasty. Táto vlastnosť je veľmi dôležitá pri výrobe veľmi čistých látok. V prípade veľmi agresívnych látok (kyseliny, zásady) je výhodné, ak systém dovoľuje uzatvorené zásobníky, a keď meranie možno realizovať cez stenu plastových zásobníkov.

Merat' možno v prípade, ak sa merané látky vyznačujú dobrým odrazom. Pre elektricky vodivé látky alebo látky s $\epsilon_r > 10$ možno meranie spoľahlivo realizovať cez stenu zásobníka. Takto možno merať výšku hladiny aj v pohyblivých plastových zásobníkoch.

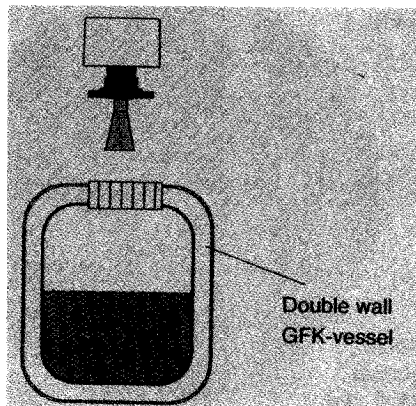
Pri inštalácii radarov nad plastový zásobník (obr. 1) treba uvažovať základné zákony odrazu, pretože časť signálu sa od steny odráža. Zostávajúca časť signálu postupuje k povrchu meraného materiálu. Práve odrazená časť signálu od steny sa senzorom vyhodnocuje ako falošný odraz. Ak je stena zásobníka šikmá s uhlom väčším ako 35 - 40° od osi antény a vzdialenosť antény od steny je väčšia ako 400 mm, potom sa falošný odraz odráža mimo a nie je vyhodnocovaný. Podobne pri inštalácii senzora dávame pozor, aby jeho os nebola veľmi blízko zvislej steny zásobníka, lebo systém by zaznamenával falošné odrazy od steny a predmetov mimo zásobníka.

Jednou z výhod pulzného radaru oproti ultrazvuku je možnosť merať cez „okno“. Takéto meracie okno musí byť zhotovené



Obr.1 Meranie výšky hladiny cez stenu plastového zásobníka

z materiálov, ktoré prepúšťajú mikrovlny (sklo, keramika, PTFE alebo PP). Výhodou merania je, že anténa je chránená od kontaminácie v procese a senzor možno posúvať bez ovplyvňovania procesu (obr. 2).



Obr.2 Meranie výšky hladiny cez „meracie okno“

Pri voľbe meracieho okna nie je dôležitý len materiál okna, ale aj jeho hrúbka z dôvodu potreby eliminácie alebo kompenzácie odrazov na medzných vrstvách okna (horný a dolný povrch). Hrúbka stien materiálov okna sa nachádza v rozmedzí od 8 - 18 mm a v ich celočíselných násobkoch, pričom tenšie hrúbky okna sú dané pre väčšie hodnoty ϵ_r a opačne.

V prípade merania cez okno možno merať pri podstatne vyššom tlaku, ktorý je limitovaný iba pevnosťou „okna“.

Radarové systémy VEGA

Firma VEGA uviedla na trh priemyselného merania výšky hladiny radarové meranie prvýkrát v roku 1990.

Radarové systémy VEGAPULS - meranie v náročných podmienkach

Pulzné radary VEGA s označením VEGAPULS umožňujú v zhode s fyzikálnymi princípmi oddeliť elektroniku senzora celkom mimo zásobníka. Mikrovlny sú vedené cez tesniacu prírubu tak, že v zásobníku sa nenachádzajú časti citlivé na teplotu. Vysokofrekvenčná elektronika je umiestnená v puzdre s krytím IP 67. Mik-

rovné impulzy generované elektronikou sú vysielané anténou a rovnakou anténou sa zachytávajú aj odrazené signály, ktoré sú spracované vo vyhodnocovacej elektronike.

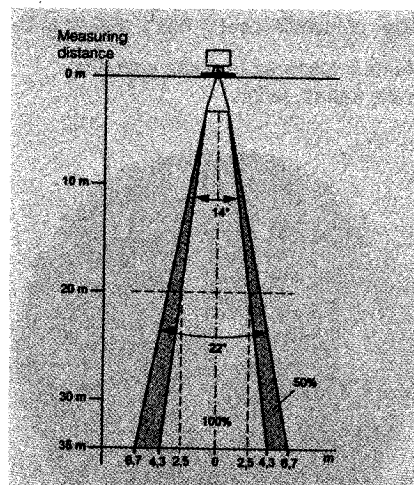
Čím je anténa väčšia, o to je väčší merací rozsah a menší vyžarovací uhol mikrovln, čím sa znižuje riziko falošných odrazov. Pri meraní kvapalných a sypkých materiálov je optimálne voliť kuželovú anténu s priemerom DN 150 alebo DN 250 (0 až 20 m/35 m) z nehrdzavejúcej ocele 1.4571 a v prípade merania v rúre anténu s priemerom DN 50 (0 až 16 m/28 m) alebo DN 100 (0 až 19 m/33 m).

Skutočný merací rozsah radarov je menší ako štandardný rozsah, lebo ten závisí od veľkosti útlmu (útlmy sa od rozličných vplyvov navzájom sčítavajú), ako sú ϵ_r , vlnenie hladiny, prach atď.

V tab. 1 sú uvedené typické hodnoty útlmu.

Napr. pri meraní výšky hladiny kvapaliny s $\epsilon_r = 10$ vzniká útlm asi 5 dB. Ak je hladina málo zvlnená, potom tomu zodpovedá útlm asi 5 dB, spolu je to 10 dB. Takto sa môže znížiť merací rozsah antény DN 150 (štandardný 0 až 20 m) na hodnotu do 18 m. Pri celkovom útlme 15 dB to môže byť asi do 10 m a pri útlme 25 dB už iba asi do 5 m. Pre väčšiu anténu s priemerom DN 250 je zachovaný merací rozsah 0 až 20 m do celkového útlmu 15 dB, potom klesá na asi 15 m pri útlme 20 dB a asi 10 m pri útlme 25 dB.

V prípade merania vo vyrovnávacej rúre alebo rúre mimo zásobníka (by pass), t. j. pri použití rúrovej antény sa merací rozsah redukuje asi o 20 %, čo je spôsobené rozdielnou rýchlosťou mikrovln v rúre oproti voľnému priestoru.



Obr.3 Merací kužel Hornovej antény DN 250

SNÍMAČE A PŘEVODNÍKY

vplyv	útlm	vplyv	útlm
$\rho > 20$ alebo vodivosť		$\rho > 20$ alebo vodivosť	neďalej
$\gamma > 10$ mS/cm	hadan	$\gamma > 10$ mS/cm	asi 5 ... 8 dB
$\rho = 10 \dots 20$	asi 5 ... 2 dB	$\rho = 10 \dots 20$	asi 10 ... 5 dB
$\rho = 4 \dots 10$	asi 10 ... 5 dB	$\rho = 4 \dots 10$	asi 15 ... 10 dB
$\rho = 2 \dots 4$	asi 15 ... 10 dB	$\rho = 2 \dots 4$	
hrubozrný povrch	asi 0...5 dB	vlny	asi 0 ... 15 dB
jemnozrný povrch	asi 5...15 dB	bublíny	asi 15 ... dB
prach	asi 0...10 dB	pepa	na dopyt

Tab.1 Typické hodnoty útlmu od rôznych vplyvov

Vyžarovací uhol a falošné odrazy

Mikrovlnný signál vyžarovaný anténou sa správa podobne ako svetelný lúč z baterky - vytvára kužeľ. Šírka tohoto kužeľa závisí od typu použitej antény. Typický merací kužeľ radaru VEGAPULS 81 s Hornovou anténou DN 250 je na obr. 3.

Tab. 2 sú uvedené charakteristické uhly vyžarovania systémov VEGAPULS 64/81 pre rozličný priemer kužeľovej antény.

Každý objekt, ktorý sa nachádza vo vyžarovacom kuželi antény vyvoláva odraz. Zvlášť v prípade prvých metrov vyžarovacieho kužeľa, resp. v rúre či vyrovnávacej rúre sa vytvárajú obzvlášť silné falošné odrazy. Napr. v meracej rúre vo vzdialenosti 6 m je falošný signál až 9x silnejší ako od rovnakého objektu vo vzdialenosti 18 m.

Odrazy od vzdialenejších objektov nie sú také kritické ako od blízkych interferujúcich povrchov.

Pri inštalácii senzora dbáme, aby jeho os smerovala vertikálne na povrch meraného materiálu a snažíme sa, aby do kužeľa so 100 % intenzitou nezasahovali žiadne objekty, ako sú rebríky, potrubie, snímače. Podľa možnosti zaistíme „čistý priezor“ k meranému materiálu a vylúčime všetky objekty z 1/3 kužeľa. Optimálne podmienky na meranie sa dosiahnu, ak je vyžarovací kužeľ voľný, bez zasahujúcich objektov.

Voľba príruby

Veľkosť antény a pracovný tlak ovplyvňujú priemer príruby. Štandardne sú príruby zhotovené z nehrdzavejúcej ocele 1.4571 do tlakov 1,6 MPa (ako voľba aj do 6,4 MPa) a teplôt +200 °C (HA)/150 °C (DA). V prípade príruby z PP je maximálny prevádzkový pretlak 0 až 50 kPa a teploty od -40 až +80 °C. Povolená teplota okolia elektroniky je od -30 až +60/65 °C. V prípade kovových antén s ich špeciálnym chladením možno merať výšku hladiny

HA DN 100	30'	40'	5,3 m	12 m
HA DN 150	20'	30'	3,5 m	8 m
HA DN 250	14'	22'	2,5 m	6,7 m
HA DN 350	10'	16'	1,8 m	4,6 m

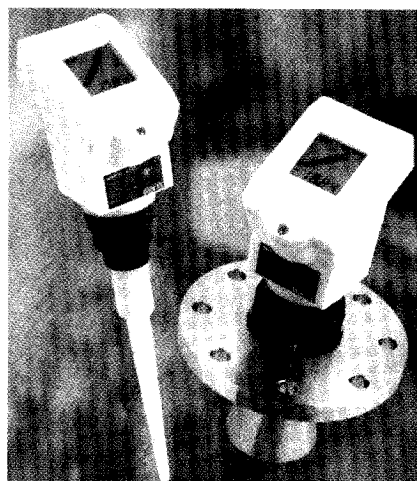
Tab.2 Vyžarovacie uhly antén VEGAPULS 64/81, poznámka: HA - Hornova anténa, DA - tyčová anténa

ny materiálov, ktorých povrchová teplota prekračuje teplotu +1000 °C.

Verzie radarov VEGA

Rozličné aplikácie vyžadujú rozličné verzie radarových senzorov.

VEGA ponúka tri série radarových senzorov: –séria VEGAPULS 50 (obr. 4), ktorá má merací rozsah od 0 do 15 m.



Obr.4 VEGAPULS séria 50

Malými rozmermi a spôsobom pripojenia, integrovaným displejom, ovládacím modulom MINICOM, vynikajúcou dvojvodičovou technológiou pripojenia a špeciálnymi schopnosťami predstavujú senzory VEGAPULS série 50 niečo mimoriadne.

Umožňujú radarové meranie tam, kde to doposiaľ nebolo možné z dôvodu vysokej ceny a takto rozširujú program radarov VEGAPULS série 64/81.

Oblasti vhodného nasadenia VEGAPULS série 50:

- odpadová voda,
- chemický priemysel,
- farmaceutický priemysel,
- potravinárstvo,
- spracovanie kovov a výroba energie,
- automobilový priemysel,
- transport,
- baníctvo,

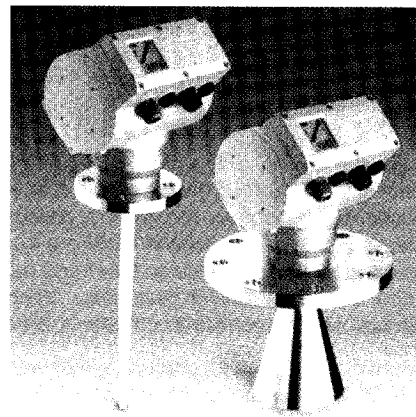
- stavba lodí,
- a mnoho ďalších oblastí.

Senzor VEGAPULS 50 môže byť inštalovaný s displejom na zobrazenie okamžitých hodnôt v číslicovom tvare s analógovým stĺpcovým grafom. Ako doplnok možno pripojiť aj externý displej VEGADIS 11 (na požiadanie aj do prostredia Ex) bez potreby vlastného napájania.

Radar možno nastaviť pomocou interného ovládacieho modulu MINICOM pri analógovom výstupe 4 až 20 mA, alebo pomocou PC s programom VVO pri číslicovom výstupe VBUS. V prípade VBUS zbernice je ďalšou možnosťou použitie ručného ovládača na HART protokol.

Až 15 senzorov s VBUS výstupom možno spájať na spoločné dvojvodičové vedenie, a tak šetriť náklady na prepojenie.

–séria VEGAPULS 64 a VEGAPULS 81 (obr. 5) sú všeobecne identické funkciou a výkonom, ako aj tvarom anténových systémov. Líšia sa iba tvarom materiálu puzdra elektroniky. Sú to výkonné radarové systémy aj do najnáročnejších aplikácií. Umožňujú meranie v prostrediach s vysokými teplotami, tlakmi a ďalšími nepriaznivými vplyvmi od 0 do 20 m, resp. do 35 m. V sérii VEGAPULS 81 zároveň možno zobrazovať meranú hodnotu na číslicovom displeji alebo formou stĺpcového grafu. Displej môže byť umiestnený na senzore alebo ako externý (napr. do 25 m v prostredí Ex Zone 0) bez potreby vlastného napájania.



Obr.5 VEGAPULS séria 81

Puzdrá série VEGAPULS 64/81 sú zhotovené z PBT/ AISi11, príruby z ocele 1.4571, PP, PTFE, zliatin C4, C22, Tantal. Hornova anténa je štandardne z nehrdzavejúcej ocele 1.4571 alebo zliatin C4, C22. Tyčová a krátka prírubová anténa je vyhotovená z PTFE.

Základné rozdelenie senzorov VEGAPULS 64/81 podľa typu použitej antény je: F - Hornová anténa alebo do rúry, D - dielektrická tyčová anténa.

Senzory VEGAPULS 50 sú štandardne realizované s anténou D.

Ing. Dušan Kiseľ, CSc.,
Ing. Juraj Kolesár, CSc.



SNIMACE
PREVEDNIKY

Meranie výšky hladiny tuhých a kvapalných látok impulzným radarom (11)

Dušan Kisel, Juraj Kolesár

Z palety meracích princípov na meranie výšky hladiny tuhých a kvapalných materiálov v príspevku bližšie opíšeme meranie bezdotykovou metódou, ktorá je založená na radarovom princípe. Jedným z popredných svetových výrobcov prístrojovej techniky merania výšky hladín a tlakov je nemecký výrobca VEGA, ktorý úspešne vyrába radarové meracie systémy už takmer 8 rokov.

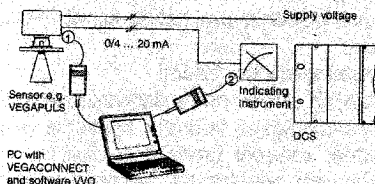
Analógový výstup - kompaktná verzia senzoru VEGAPULS

Rozdelenie senzorov podľa typu výstupu signálu je pre VEGAPULS 50/64:
V – číslcový výstup (tzv. VBUS zbernica),
K – analógový signál 4 až 20 mA,

podobne pre VEGAPULS 81,
A, B, C – číslcový výstup
(tzv. VBUS zbernica),
D, E – analógový signál 4 až 20 mA.

Analógový výstup 0/4 až 20 mA – tzv. kompaktná verzia sa využíva v existujúcich meracích aplikáciách, v sólo alebo malých DCS systémoch. Na analógový signál je superponovaný číslcový signál pre nastavovanie parametrov senzora. Číslcový signál nemá vplyv na kvalitu prenosu analógového signálu. Nastavenie parametrov sa môže realizovať pomocou PC spojeného so senzorom pomocou spojovacieho rozhrania VEGACONNECT a programu VVO (obr. 1).

Compact instrument



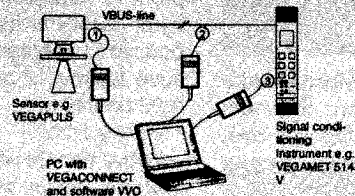
The interface converter VEGACONNECT can be connected to the following positions:
[1] sockets „CONNECT“ on the sensor
[2] 0/4 ... 20 mA-output at any individual position on the line

Obr.1 Nastavenie parametrov kompaktnej verzie VEGAPULS

Číslcový výstup - VBUS. V rozsiahlejších systémoch je vhodnejšie použiť senzory s číslcovým výstupom a prenosom údajov s možnosťou zapojenia viacerých senzorov do meracej slučky. Pomocou jedného dvojvodičového vedenia možno prenášať meraný signál a súčasne napájať 5 senzorov. V prípade oddeleného napájania senzorov možno pospájať výstup až 15 senzorov na jedno dvojvodičové vedenie.

V súčasnosti vo svete spolupôsobí niekoľko BUS systémov. Najznámejšie a najrozšírenejšie BUS systémy sú Interbus S (Phoenix), Profibus FMS (DP, PA) (Siemens), Modbus (Modicon, AEG). Môže sa zdať, že každý je tak trochu štandardom, ale iba čas ukáže, ktorý sa ním stane.

Sensor with separate processing



The interface converter VEGACONNECT can be connected to the following positions:
[1] sockets „CONNECT“ on the sensor
[2] VBUS-line
[3] sockets „CONNECT“ on VEGAMET

Obr.2 Nastavenie parametrov VBUS verzie VEGAPULS

Firma VEGA vytvorila na optimálne využitie senzorov vlastný BUS systém **VBUS**, ktorý je zbernicou prepojiteľný k iným BUS systémom. VBUS umožňuje spoluprácu, t. j. prepojenie a ovládanie až 255 senzorov VEGA z jednej vyhodnocovacej centrály. Pomocou dvojvodičového vedenia sa prenášajú nielen merané hodnoty, ale aj komunikácia a informácie o stave (merací rozsah, typ senzora, integračný čas atď.) až na vzdialenosť 1000 m od senzorov. Nastavovanie parametrov senzorov sa môže v tomto prípade realizovať jednoducho, pomocou vyhodnocovacieho prístroja VEGAMET alebo procesného systému VEGALOG 571. Prírodné, možno použiť PC spojené so senzorom pomocou spojovacieho rozhrania VEGACONNECT a programu VVO (obr. 2).

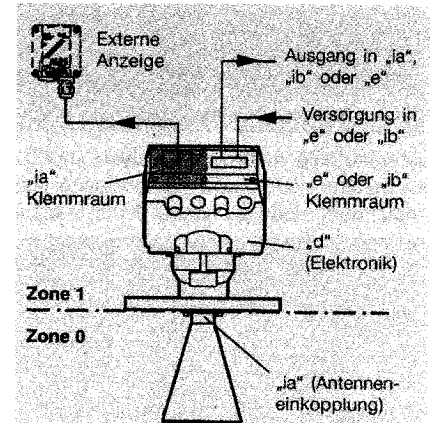
Radarové senzory VEGAPULS možno použiť v prostrediach Ex a spôsob pripojenia závisí od použitého typu senzora nasledovne:

- VEGAPULS 64 v StEx Zone 10,
- VEGAPULS 81 v Ex Zone 0.

Na obr. 3 je zobrazená Ex koncepcia senzorov VEGAPULS.

VEGAPULS 81 je vyrobený v dvoch vyhotoveniach do Ex prostredia: EEx i alebo EEx e a elektronika prístroja je všeobecne zhotovená ako EEx d.

EEx i – intrinsically safe
(vnútorne bezpečný)



Obr.3 Ex koncepcia senzorov VEGAPULS

Elektrické obvody sú označované značkou „i“, ak elektrická energia v týchto obvodoch nemôže inicializovať výbuch v prostredí s výbušnou zmesou alebo výbušnou látkou blízko obvodu počas prevádzky alebo v prípade poruchy. Z toho vyplýva, že použitá elektrická energia (pri skrate) je nižšia ako inicializačná energia požadovaná na vznietenie výbušnej zmesi – látky.

Ako doplnok k tomu platí, že aj energia v pasívnych elektrických prvkoch obvodu – v indukčnostiach a kapacitách je taká, že nepresiahne minimálnu energiu na inicializáciu výbušnej zmesi.

EEx e - increased safe
(zvýšená bezpečnosť)

Značkou „e“ sú označené elektrické obvody, ktoré vylučujú, aby v prípade, že nie sú vnútorne bezpečné, mohli inicializovať vznietenie zmesi alebo výbušnej látky. Voľbou materiálu, širšími kontaktmi a dostatočnými vzdialenosťami, ako aj najnižšou teplotou vylučujú vznik elektrického oblúka alebo ohrev.

EEx d. S triedou „d“ (tlakovo tesné zapuzdrenie) sa stretávame pri prístrojoch, ktoré sú konštruované tak, aby aj v prípade vznietenia zmesi v prístroji nemohlo dôjsť k preneseniu inicializačnej energie mimo puzdra.

VEGA používa v prípade verzie VEGAPULS 81 Ex verzie „i“ a „e“ pre napájanie, ako aj pre elektrický výstup. Zobrazenie meraných hodnôt na externom displeji je realizované pripojením v triede EEx i a podobne aj pripojenie PC cez VEGACONNECT.

Radarové systémy VEGA sú certifikované týmito inštitúciami a skúšobňami: PBT, FM, ABS, LRS, GL, CSA.

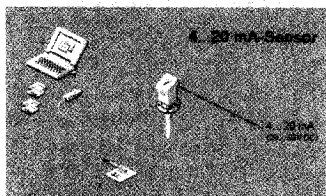
SNÍMAČE
PŘEVODNÍKY

Elektrické pripojenie senzorov

Pripojenie napájania a výstupného signálu sa realizuje podľa typu radarového senzora.

Senzory VEGAPULS séria 50 K s analógovým výstupom 4 až 20 mA

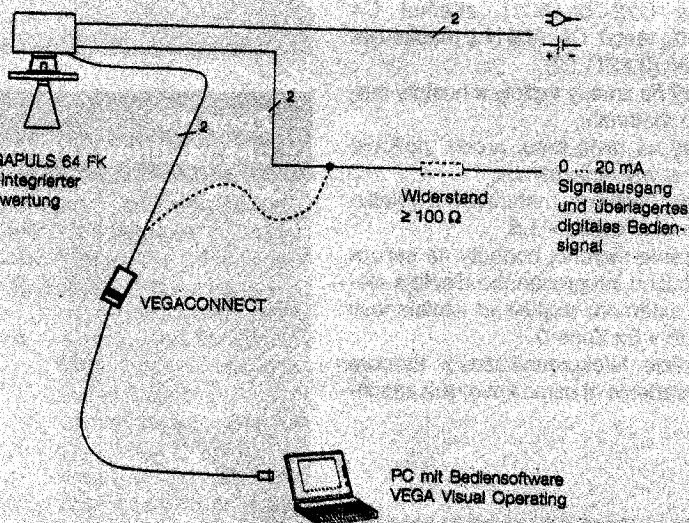
Na výstup senzorov sa pripája dvojitkové vedenie napájané z prevodníka alebo výstupu DCS/PLC (obr. 4). V prípade silných rušivých elektromagnetických polí možno použiť tienenu dvojlínku. Ovládanie senzora možno realizovať pomocou ovládača MINICOM, ktorý je súčasťou senzora alebo prostredníctvom HART ovládača. Ak sa použije PC s prepojením cez VEGACONNECT, tak možno využiť komfortný obslužný program VVO.



Obr.4 Výstupná slučka senzorov s analógovým výstupom 4 až 20 mA

Kompaktné senzory s analógovým výstupom 4 až 20 mA a oddeleným napájaním VEGAPULS séria 50 K, VEGAPULS 64FK/DK, VEGAPULS 81FD/DD, FE/DE.

Tieto senzory majú oddelené napájanie dvojitkovým vedením a rovnako aj pripojenie výstupného signálu 4 až 20 mA (obr. 5). Senzor možno ovládať pomocou ovládacej jednotky priamo na senzore (MINICOM), alebo pomocou HART ovládača (50/81), či PC s prepojením cez VEGACONNECT a komfortný obslužný program VVO (50/64/81).



Obr.5 Výstupná slučka senzorov s analógovým výstupom 4 až 20 mA a oddeleným napájaním

Číslicový prenos signálu s oddeleným vyhodnocovacím prístrojom.

VEGAPULS séria 50 V, VEGAPULS 64FV/GV, VEGAPULS 81FA/DA, 81FC/DC.

Tieto senzory sa prepájajú pomocou dvojitkového vedenia s vyhodnocovacím prístrojom VEGAMET/VEGALOG 571. Na prenos meraných signálov sa používa číslicová zbernica VBUS, ktorá umožňuje pripojiť 5/15 senzorov na dvojitkové vedenie súčasne, v závislosti od toho, či ide o napájanie z dvojitkového vedenia alebo oddelené. Nastavenie senzorov možno realizovať pomocou vyhodnocovacích prístrojov alebo PC s prepojením cez VEGACONNECT a komfortný obslužný program VVO (50/64/81).

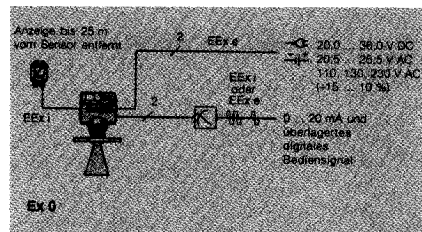
Niektoré zapojenia s číslicovým prenosom sú podrobnejšie popísané v kapitole pre prostredie s nebezpečenstvom výbuchu.

Zapojenie senzorov VEGAPULS v Ex prostredí

Existuje principiálne niekoľko možností pripojenia senzorov VEGAPULS 64/81 v oblastiach s nebezpečenstvom výbuchu Ex. V nasledujúcej časti budú uvedené iba niektoré možnosti, pretože všetky spôsoby zapojenia senzorov presahujú možnosti príspevku.

1. VEGAPULS 81 Typ D a E s analógovým výstupom 0 až 20 mA (kompaktný prístroj) v Ex Zone 0

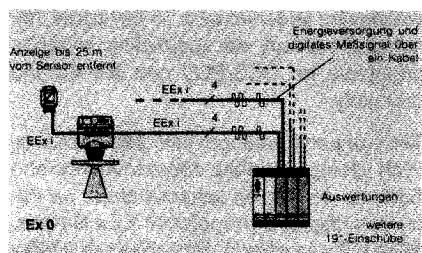
Napájanie senzora (obr. 6) je realizované dvojitkovým EEx e, napr. 24 V, výstup podobne dvojitkovým je realizovaný voľiteľne ako EEx ia alebo EEx e so superponovaným číslicovým signálom (VBUS) pre nastavovanie parametrov. Výhodou tohto zapojenia je jednoduchosť, priama pripojiteľnosť senzora na DCS/PLC.



Obr.6 Analógový výstupný signál v Ex Zone 0

2. VEGAPULS 81 Typ A s číslicovým výstupným signálom (VBUS) v Ex Zone 0

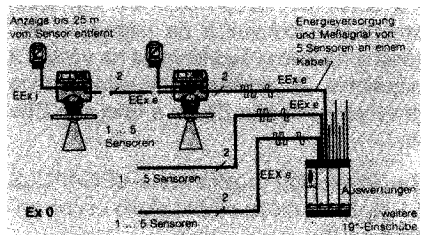
Napájanie senzora zobrazené na obr. 7 je realizované prostredníctvom Ex bezpečnostnej bariéry VEGATRENN 547/TRENN 146 v EEx ia pomocou štvorjitkového vedenia. Výhodou tohto zapojenia je jeden kábel na senzor, nevyžaduje sa externé napájanie, maximálna bezpečnosť z hľadiska napájania, pripojenie na DCS/PLC cez štandardné protokoly.



Obr.7 Číslicový výstupný signál v Ex Zone 0

3. VEGAPULS 81 Typ B s číslicovým výstupom v Ex Zone 0

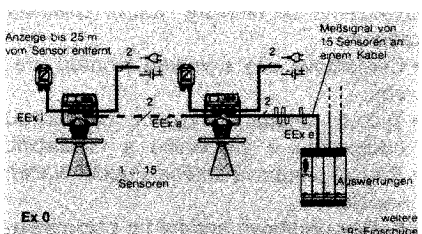
Jedno dvojitkové vedenie napája senzor a združuje výstup až z 5 senzorov v EEx e (obr. 8). Výhodou zapojenia je napájanie a výstup iba dvojitkovým, minimálne náklady na spojovacie vedenie, pripojenie na DCS/PLC cez štandardné protokoly.



Obr.8 Číslicový výstupný signál v Ex Zone 0

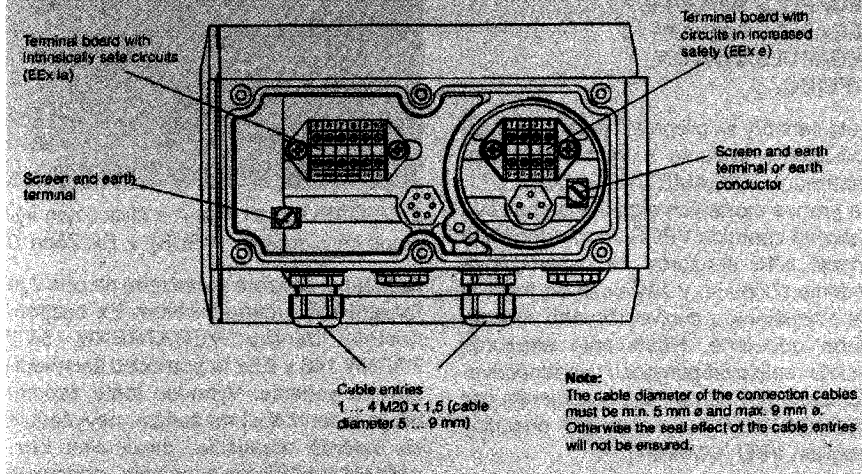
4. VEGAPULS 81 Typ B s číslicovým výstupom v Ex Zone 0

15 senzorov je združených na jedno dvojitkové vedenie (oddelené napájanie senzorov) v EEx e (obr. 9). Výhodou zapojenia je číslicový prenos jedným dvojitkovým.



Obr.9 Číslicový výstupný signál v Ex Zone 0

Open terminal box of VEGAPULS 81 - total view



Obr.10 Prepojovací panel VEGAPULS 81

vodíčovým vedením až z 15 senzorov, minimálne náklady na spojovacie vedenie, pripojenie na DCS/PLC cez štandardné protokoly.

Tak v prípade analógových, ako aj číslicových výstupov možno zobrazovať merané hodnoty na displeji senzora alebo na externom displeji s prepojením EEx is (max. 25 m v Ex prostredí). Podobne pre všetky zapojenia platí, že maximálna vzdialenosť senzora od vyhodnocovacieho senzora VEGAMET alebo procesného systému VEGALOG 571 je 1000 m!

V prípade analógového výstupu je vzdialenosť medzi senzorom a vyhodnocovacím limitovaná iba dimenzovaním spojovacieho vedenia s ohľadom na predpokladané úbytky a unifikovaný výstupný signál 0/4 až 20 mA.

Na obr. 10 je zobrazený prepojovací panel senzorov VEGAPULS 81. Na ľavej strane je svorkovnica na pripojenie displeja a na pravej svorkovnica na výstup a napájanie. Zaujímavé je, že pravá strana je vyhotovená ako EEx e a ľavá ako EEx ia.

Zaujímavosťou puzdra série VEGAPULS 81 je, že sa môže otáčať okolo osi na príruce $\pm 170^\circ$.

Typické aplikácie radarových systémov VEGAPULS

Uvádame iba niektoré typické aplikácie radarov:

- Cementové silo s veľkou tvorbou prachu.
- Tyčová anténa s vysokou chemickou odolnosťou v zásobníku s miešačmi.
- Rúrová prírubová anténa s oddeľovacím ventilom.
- Krátka prírubová anténa na pogumovanom zásobníku.

- Radiálna anténa v spalínovode.

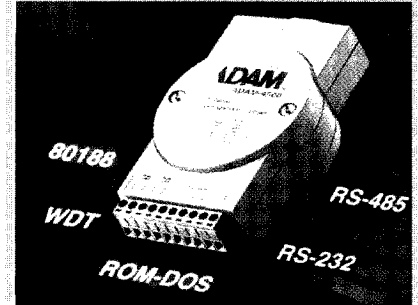
Vlastnosti radarových systémov VEGA

- meranie výšky hladiny, vzdialenosti a polohovanie objektov v kvapalinách a tuhých materiáloch,
- meranie v rozsahu 0 až 35 m,
- bezdotykové meranie a meranie bez opotrebovania senzora,
- meranie pri pracovných tlakoch do 6,4 MPa a pri teplotách viac ako 1000 °C,
- certifikované pre všetky prostredia s nebezpečenstvom výbuchu (Ex) podľa PBT, CENELEC, FM, CSA, GL atď.,
- výstupný signál analógový 0 až 20 mA alebo číslicový,
- individuálne výstupy, napr. prúdový, napäťový, relé, tranzistor atď.,
- pripojenie na všetky BUS systémy, ako sú Siemens 3964 R, Interbus S, Profibus, Modbus a ďalšie,
- pripojenie max. 15 senzorov na jedno dvojvodíkové vedenie,
- meranie cez stenu plastového zásobníka,
- meranie vo vákuu,
- odolnosť voči morskej vode, vysoká odolnosť voči chemikáliám vďaka použitým materiálom: PTFE, 1.4571(StSt), zliatina C22 (2.4602), zliatina C4 (2.4610), tantal, GK-AISi11 s práškovým pokrytím (3.2211.02),
- necitlivý na zmeny teploty a hustoty meraného materiálu,
- necitlivý na hluk, paru, prach, zloženie plynov a vrstvenie plynov,
- meranie všetkých materiálov s relatívnou permitivitou $\epsilon_r > 1,5$,
- zobrazenie meranej hodnoty na senzore pomocou integrovaného displeja alebo na externom displeji vo vzdialenosti do 25 m v Ex Zone 0,
- certifikácia telekomunikačným úradom pre nasadenie aj mimo kovových zásobníkov.

Ing. Dušan Kisel, CSc.,
Ing. Juraj Kolesár, CSc.

PC-modul ADAM 4500

Po úspešnom udomácnení sa systému distribuovaných vstupných a výstupných modulov ADAM firmy Advantech na trhu priemyselnej aplikácii prišiel tento výrobca s ďalšou zaujímavou novinkou. Je ním miniatúrne prevedenie počítača PC s procesorom 80188-40 s



operačným systémom ROM-DOS. Celý počítač je umiestnený v štandardnom púzdre rodiny modulov ADAM. Okrem procesora obsahuje flashROM 256 kB, z ktorých je 170 kB voľných pre používateľský program. Port COM1 je určený pre RS 232/485 a COM2 len pre RS 485 s maximálnou prenosovou rýchlosťou 115 kBd. Ďalšou súčasťou počítača je aj obvod watchdog s časovým cyklom 1.6 s, ktorý je dôležitou súčasťou priemyselných počítačov. Pamäťový priestor je rozdelený na dva virtuálne disky C a D. C disk typu read-only je uložený vo flash pamäti a obsahuje základný systém (vrátane súborov command.com, config.sys a autoexec.bat) a aplikačné programy. Modifikuje sa pomocou pridaného download softvéru. Disk D je uložený v SRAM pamäti a jeho poslanie je úschova aktuálnych dát programu. Na tento disk zapisuje používateľský program, ale jeho obsah nie je zálohovaný a pri výpadku napájania sa stráca. Súčasťou dodávky je terminálový program, ktorý umožňuje zápis na tento disk prostredníctvom komunikácie. Dodávané sú aj knižnice pre jazyk C (TurboC 2.0 a Microsoft C 6.0). Nezanedbateľnou vlastnosťou tohoto malého PC je aj jeho dobrá spoľahlivosť.

(ST)

Zber dát cez mobilný telefón

Anglický výrobca Campbell Scientific vyvinul bezdrôtové komunikačné zariadenie na báze telefónu GSM. Je určené na prenos dát z technologického procesu. Môže pritom ísť o nasnímané údaje, hlásenia, alarmy a pod. Takéto riešenie umožňuje šetriť čas a náklady inštalácie telekomunikačných liniek alebo inej cenovo náročnejšej prijímacej vysielacej aparatury. Zariadenie využíva služby existujúcej siete GSM a môže prenášať údaje na ktorékoľvek miesto.

(IPE)