

Kapacitní hladinoměry nejnovější generace

Osvědčený a v průmyslu rozšířený kapacitní princip spojitého měření polohy hladiny kapalin má uživatelům stále co nabídnout. K principiálním, mnohdy dosud nepřekonaným přednostem kapacitních hladinoměrů patří zejména robustní a relativně jednoduchá konstrukce, velká provozní spolehlivost a dlouhá doba provozního života.

Obr. 1. Příklady provedení hladinoměrů řady Liquicap M



Shodou okolností to byla právě kapacitní sonda pro měření polohy hladiny, kterou jako svůj první přístroj dodávala společnost Endress+Hauser při svém vzniku v roce 1953. Vývoji a výrobě této techniky se společnost od té doby nepřetržitě věnuje více než 50 let. V současné době jsou po celém světě nainstalovány více než tři miliony různých typů kapacitních hladinoměrů této značky. Počet a bezproblémová činnost provozovaných přístrojů dokazují, že společnost Endress+Hauser je v oblasti kapacitního měření polohy hladiny skutečně kompetentním partnerem širokého spektra uživatelů v mnoha oborech průmyslu. Své postavení předního, tempo pokroku spoluurčujícího výrobce měřicí techniky pro řízení spojitých technologických procesů společnost nadále upevňuje a rozvíjí.

Nová všestranná generace kapacitních hladinoměrů

Posledním výsledkem vývoje je současná nabídka nové generace přístrojů pro spojitě měření polohy hladiny Liquicap, v nichž společnost Endress+Hauser zkombinovala silné stránky osvědčeného kapacitního principu se současnými možnostmi zejména elektrotechniky a informatiky. Výsledkem je řada přístrojů nabízející ve svých jednotlivých modelech vedle předností vlastního kapacitního principu navíc zejména:

- nejvyšší stupeň zabezpečení sledovaného procesu,
- snadnou montáž a uvedení do provozu,
- funkční bezpečnost na úrovni SIL 2,
- hygienické provedení,
- možnost přesně měřit v malých nádržích díky krátké době odezvy,
- spolehlivé měření velmi viskózních a nánosy vytvářejících kapalin,
- měření polohy mezihladiny neovlivněné vrstvami emulzí,
- možnost měřit i při teplotách média až 400 °C a tlacích do 50 MPa.

Tab. 1. Základní technické parametry kapacitních hladinoměrů Liquicap M a Liquicap T

Parametr	Liquicap M		Liquicap T FMI21
	FMI51	FMI52	
provedení sondy	tyč o průměru 10, 16 nebo 22 mm	lano o průměru 4 mm	dvě souběžné tyče (izolovaná Ø 5 mm, neizolovaná Ø 4 mm)
měřicí rozsah	od 0 až 100 do 0 až 4 000 mm	od 0 až 420 do 0 až 10 000 mm	od 0 až 150 do 0 až 2 500 mm
maximální chyba přístroje	nelinearita ≤ 0,25 %, reprodukovatelnost ≤ 0,1 % z rozsahu		≤ 1 % z rozsahu (délky aktivní elektrody)
rozlišení	1 · 2 ⁻¹¹ z rozsahu		0,25 % z rozsahu
teplota média	-80 až +200 °C		-40 až +100 °C
tlak v nádrži	-0,1 až +10 MPa		-0,1 až +1 MPa
výstup	4 až 20 mA s rozhraním HART v. 5.0; impulsní (60 až 2 800 Hz); připravuje se FF		4 až 20 mA

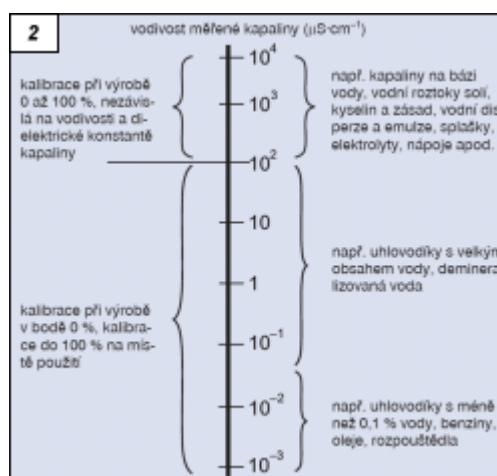
mechanická připojení	závitová, přírubová nebo v hygienickém provedení	závitová G 1 1/2", NPT G 1 1/2"
elektrické napájení	dvouvodičové připojení (smyčka 4 až 20 mA)	10 až 30 V DC, příkon <0,7 W
krytí	IP66/67/68	IP66
certifikáty a schválení	ATEX, EHEDG, FM, GL (lodní), WHG atd.	ATEX, CSA GP (USA, Kanada), WHG atd.
funkční bezp. podle IEC 61508	SIL 2	–

K dispozici jsou výkonné přístroje Liquicap M, určené pro náročné měřicí úlohy v průmyslu, a cenově výhodný přístroj Liquicap T pro všeobecné použití. Odlíšnost jednotlivých přístrojů je na první pohled patrná z jejich základních technických parametrů, jež jsou uvedeny v tab. 1. V dalším textu si povšimneme některých jejich specifických vlastností a možností použití. Pro kapacitní měření polohy hladiny při zvlášť vysokých provozních tlacích a teplotách nabízí společnost Endress+Hauser zvlášť odolné kapacitní tyčové sondy s keramickou izolací.

Výkonné hladinoměry Liquicap M

Kapacitní hladinoměry Liquicap M (obr. 1) existují v provedení s tyčovou sondou (typ FMI51) nebo s lanovou sondou (typ FMI52 s měřicím rozsahem až 10 m). Měří spojitě polohu hladiny všech druhů kapalin. Využívá se závislost kapacity kondenzátoru, tvořeného aktivní elektrodou, měřenou kapalinou a vodivou stěnou nádrže, popř. uzemněnou trubkou (protielektrodou) obklopující aktivní elektrodu (plastové nádrže apod.), na hloubce ponoru sondy v kapalině. Elektronická část hladinoměru převádí tuto kapacitu na elektrický analogový nebo impulsní proudový výstupní signál.

Obr. 2. Oblasti použití hladinoměrů Liquicap M



Hladinoměry Liquicap M jsou přístroje vyšší výkonnostní třídy, které lze díky jejich skutečně široce modulárnímu pojetí pružně přizpůsobit použití v nových, ale i již existujících instalacích. Jejich metrologické vlastnosti, odolnost, snadná obsluha, možnosti připojení a zejména spolehlivost je předurčují k použití ve skladových, vyrovnávacích a provozních nádržích především v chemickém a potravinářském průmyslu. Ve spojení s provozními bránami řady FXA, komunikujícími na dálku (GSM, Ethernet atd.), lze hladinoměry Liquicap M využít také v dálkových systémech pro sledování a správu zásob kapalin v nádržích a při realizaci systémů pro údržbu měřicího zařízení na dálku.

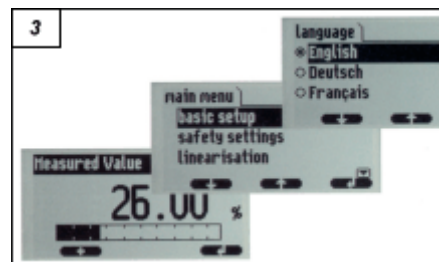
Skutečně modulární pojetí

Hladinoměry řady Liquicap M jsou koncipovány mimořádným modulárním způsobem, zahrnujícím téměř všechny aspekty jejich konstrukce. Zejména jsou k dispozici:

- široký výběr mechanických připojení počínaje 1/2" závitem,
- verze s tyčovou nebo lanovou sondou,
- tělesa snímačů různých tvarů a provedení a z různých materiálů,
- různá elektrická rozhraní (vestavná elektronika typu FEI50H s výstupem 4 až 20 mA s protokolem HART nebo typu FEI57C s výstupem v podobě impulsů superponovaných na dvouvodičové napájení (PFM), různé druhy převodních napájecích jednotek),
- rozličné certifikáty a schválení od nezávislých zkušeben.

Obr. 3. Hladinoměry Liquicap M lze konfigurovat na místě prostřednictvím textového displeje a menu

Výhody plynoucí z možnosti širokého výběru převážně většiny komponent a vlastností přístroje, od způsobu mechanického připojení, přes provedení pouzdra po právě potřebnou úroveň certifikátu anebo schválení, podle potřeb jeho konkrétního použití jsou zřejmé.



Nejvyšší stupeň zabezpečení procesu

Rostoucí požadavky na bezpečnost chodu sledovaných procesů hladinoměry Liquicap M splňují speciálním bezpečnostním uspořádáním, zahrnujícím např.:

- vestavěnou dvoustupňovou ochranou elektronických obvodů před přepětím,
- nově vyvinutý algoritmus zajišťující stabilní naměřené hodnoty i za přítomnosti nánosů na sondách,
- spolehlivé sledování případného porušení izolace tyčové sondy nebo přetržení lana,
- plynotěsný průchod uvnitř sondy k zábraně úniku agresivního či toxického média,
- možnost umístit elektronickou část přístroje mimo zvlášť nepříznivé podmínky (až 6 m od vlastní sondy).

Obr. 4. Hladinoměr Liquicap T s elektrodami zkrácenými uživatelem na místě použití

Funkční bezpečnost

Hladinoměry Liquicap M byly vyvíjeny striktně podle ustanovení mezinárodní normy pro funkční bezpečnost IEC 61508. Dosažené schválení pro SIL 2 zahrnuje sledování měřicího rozsahu (0 až 100 %) a dosažení minima a maxima. Další výhodou uspořádání podle SIL 2 je neustálé automatické vnitřní sledování správné činnosti elektroniky prostřednictvím speciálních funkcí, např. kontroly paměti apod.



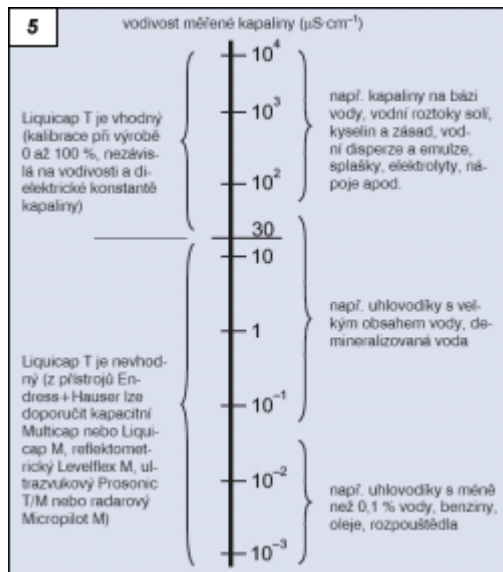
Hygienické provedení

Pro použití v potravinářském a farmaceutickém průmyslu se hladinoměry Liquicap M dodávají ve speciálním hygienickém provedení z materiálů umožňujících sterilizaci párou, s tělesem z korozi-vzdorné oceli a s patřičným mechanickým připojením těsněným beze spár. Plastové díly smáčené médiiem jsou z materiálů schválených FDA (PTFE, PFA, FEP). Je-li to požadováno, lze veškeré smáčené kovové části dodat z materiálů s certifikátem podle normy EN10204-3.1.

Snadná montáž a uvádění do chodu

Hladinoměry Liquicap M jsou při výrobě předem nastaveny k použití s kapalinami s vodivostí větší než $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a zkalibrovány (0 až 100 %). V této oblasti je převodní charakteristika hladinoměru nezávislá na skutečné vodivosti a dielektrické konstantě média. Při dodržení podmínky minimální vodivosti přístroje již nevyžadují žádnou další kalibraci u uživatele (obr. 2). Na místě použití však lze jako volitelný doplněk dodávaného textového displeje a menu na přístroji nastavit např. měřicí jednotku, jazyk, identifikaci měřicího místa atd. (obr. 3). Přístroje lze nastavovat také přes rozhraní HART, a to buď s použitím ručního komunikátoru, nebo prostřednictvím PC s ovládacím softwarem ToF-Tool/FieldCare, který na rozdíl od nastavování přístroje na místě v provozu nabízí jeho pohodlnou parametrizaci z velínu spolu s možností analyzovat naměřená data a vést o měřicím místě obsáhlou dokumentaci.

Kapacitné snímače hladiny – meranie hladiny od Endress+Hauser – kapacitný hladinomer - meracie prístroje
 :: hladinoměry :: snímače hladiny :: stavoznaky :: elektrody :: sondy :: snímače :: detektory :: Multicap :: Liquicap



Obr. 5. Oblast použití hladinoměru Liquicap T

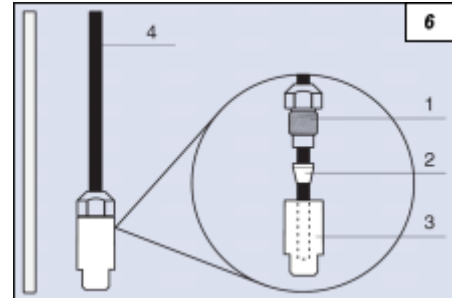
Přístroje vybavené elektronikou FEI50H (0 až 20 mA) nabízejí linearizační funkci umožňující vyjádřit naměřenou kapacitu v libovolných jednotkách délky nebo objemu. Převodní tabulky pro výpočet množství média v ležatých válcových a kulových nádržích jsou naprogramovány předem. Manuálně nebo poloautomaticky lze vložit jakékoliv další tabulky s až 32 páry hodnot. Při použití elektroniky FEI57C (impulsní) se linearizace provádí v přípojovací jednotce.

Další předností přístrojů Liquicap M je elektronická paměť (EEPROM), pevně spojená se sondou a uchovávající specifické hodnoty jejich parametrů, které se v případě výměny automaticky přenesou do nové elektroniky převodníku. Tím odpadá zdlouhavá recalibrace přístroje.

Liquicap T pro všeobecné použití

Kapacitní sonda Liquicap T FMI21 se dvěma elektrodami, jednou elektricky izolovanou a druhou bez izolace (uzemněnou), představuje cenově efektivní řešení umožňující spojitě měřit polohu hladiny kapalin s vodivostí $30 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a větší (obr. 4). Izolovaná elektroda, kapalina v nádrži a uzemněná elektroda společně tvoří kondenzátor s kapacitou tím větší, čím více je sonda ponořena v kapalině. Sonda je při výrobě nastavena tak, že 0 až 100 % výstupu odpovídá právě její délce, takže ji na místě použití již není třeba kalibrovat (obr. 5). Instaluje se do nádrže svisle shora a zákazník může elektrody kdykoliv snadno zkrátit s použitím dodávané sady komponent (obr. 6). Poté je ovšem nutná recalibrace, stejně jako při výměně elektronické části sondy.

Obr. 6. Liquicap T: detail zakončení izolované elektrody po zkrácení na místě použití (1 – šroubení, 2 – těsnicí kroužek, 3 – izolační čepička, 4 – izolovaná elektroda)

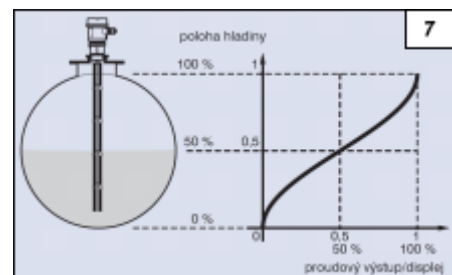


Kompletní hladinomer se skládá z kapacitní sondy Liquicap T FMI21, kterou tvoří:

- vlastní těleso sondy s oběma elektrodami,
- modul elektroniky FEI20, převádějící naměřenou kapacitu na výstupní proudový signál 4 až 20 mA s možností volit typ kalibrace sondy (plná nebo prázdná nádrž) a zapnout/vypnout linearizační funkci (jen pro horizontálně orientované válcové nádrže, obr. 7),
- displej (volitelně) ze zobrazením naměřené hodnoty v procentech číslem a sloupcovým grafem,
- víko tělesa (volitelně s průhledem na displej)

a některá z řady dostupných napájecích jednotek.

Obr. 7. U ležatých válcových nádržích při zapnutí funkci linearizace jsou výstupní proud i údaje na displeji přímo úměrné objemu kapaliny v nádrži



Jednou z volitelných napájecích a převodních jednotek je brána FXA320, umožňující komunikovat se snímači prostřednictvím internetu.

Hlavní přednosti

K hlavní přednostem hladinometrů Liquicap T patří:

- spolehlivá činnost bez ohledu na uspořádání a materiál nádrže,
- krátká doba odezvy,
- přístroj použitý tak, jak byl dodán, nevyžaduje kalibraci,
- převodní charakteristika přístroje nezávislá na hodnotě dielektrické konstanty měřené kapaliny s možností linearizace (při použití s vodorovnými cisternami),
- použité velmi kvalitní korozivzdorné materiály (uhlíkové kompozity, korozivzdorná ocel), dovolující přístroj použít pro agresivní kapaliny a kapaliny rizikové z hlediska vodních zdrojů,
- možnost optimalizace skladu náhradních dílů (elektrody lze na místě zkrátit podle potřeby),
- vynikající poměr ceny k výkonu a snadná dostupnost prostřednictvím internetu v rámci programu přímého prodeje e-direct.

Oblasti použití

Díky uvedeným vlastnostem jsou hladinoměry Liquicap T vhodné zejména pro tyto měřicí úlohy:

- při malých měřicích rozsazích (od 150 mm) a malých nádržích,
- při přímém měření množství média v ležatých válcových nádržích,
- při měření kapalin s vodivostí od $30 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ nahoru, včetně agresivních kapalin (kyseliny, zásady),
- při požadavku nezávislosti na materiálu (plast, korozivzdorná ocel, beton) a geometrickém tvaru a vnitřním uspořádání (přepážky, usměrňovače, vyústění potrubí apod.) nádrže.

Jsou tudíž ideálním řešením pro mnoho malých skladových a vyrovnávacích nádrží používaných ve všech odvětvích průmyslu, které dosud nebylo z nejrůznějších důvodů možné vybavit moderním měřicím zařízením.

Obr. 8. Kapacitní hladinoměrná sonda 11500Z pro vysoké tlaky a teploty

V kombinaci s převodní jednotkou FXA320 jsou také vhodným nástrojem k realizaci dálkového odečtu stavu zásob ve skladových nádržích po internetu a k vytváření odpovídajících systémů správy zásob kapalných médií.

Nevhodné jsou naopak pro kapaliny s vodivostí menší než $30 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, kapaliny s velkou viskozitou a pro nádrže s míchadly.

Pro zvlášť vysoké tlaky a teploty

Pro spojitě měření i detekci polohy hladiny kapalin za zvláštních podmínek, charakterizovaných velmi vysokými teplotami anebo tlaky v nádržích, dodává společnost Endress+Hauser speciální tyčové sondy 11500Z a 11500ZM s keramickou izolací kombinované s elektronikou s impulsním výstupem. K dispozici jsou sondy s měřicími rozsahy od 0 do 100 až 2 000 mm, jež lze použít pro kapaliny s teplotou od -20 do $+400$ °C při provozním tlaku od $-0,1$ do 50 MPa, a to i v prostředí s nebezpečím výbuchu (*obr. 8*).

Závěr

Kapacitní hladinoměry řady Liquicap kombinují osvědčený měřicí princip s vhodně odstupňovanou škálou vlastností nabízených moderní elektronikou při rozmanitém mechanickém provedení. Jsou vhodným řešením jak pro úlohy, u nichž rozhodují především technické parametry přístroje, tak i tam, kde je důležitá spíše jeho cena.

(E+H)

