

ANALIZA PRINCIPA RADA pH TRANSMITERA NOVE GENERACIJE

Damir Žibrat, dipl.ing.

NIVELCO Messtechnik GmbH, Alois-Stummer-Gasse 4, 2326 Maria Lanzendorf, Austria

dzibrat@nivelco.com damir.zibrat@utanet.at

SAŽETAK:

U ovom radu objašnjeni su osnovni fizikalni principi na kojima se temelje pH mjerenja. On line pH mjerenja imaju niz prednosti u odnosu na laboratorijska mjerenja, međutim uređaji za on line pH mjerenja imaju znatno složenije konstrukcije nego laboratorijski uređaji i pored zahtjevne instalacije zahtijevaju i organizirane procedure održavanja i kalibriranja.

KLJUČNE RIJEČI:

pH mjerenje
pH transmitter

ANALYSE OF WORKING PRINCIPLES OF NEW GENERATION OF pH TRANSMITTERS

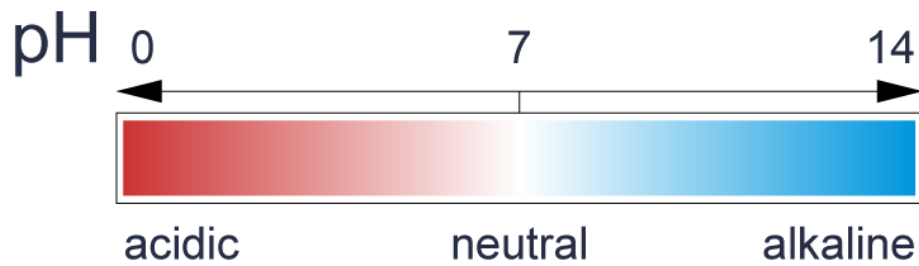
ABSTRACT:

In this paper basic principles of pH measurements are explained. On line pH measurements have many advantages in comparison with laboratory measurements. But equipment for on line pH measurements has considerably more complicated constructions than laboratory equipment and require appropriate installation and well organised maintenance and calibration procedures.

KEY WORDS :

pH measurement
pH transmitter

1. UVOD: Mjerenje pH vrijednosti vodenih otopina jedno je od važnijih mjerenja u kemijskoj industriji, vodoopskrbi i odvodnji. Izmjerena pH vrijednost donosi informaciju o koncentraciji vodikovih iona i time se saznaje da li je vodena otopina neutralna, kisela ili bazična. Na Slici 1 prikazana je skala pH vrijednosti.



Slika 1 pH skala prikazuje da li je otopina neutralna, kisela ili bazična

Neutralne otopine imaju pH 7. Kisele otopine imaju pH manji od 7, bazične otopine imaju pH veći od 7.

1.1 Mjerne elektrode

Jedan od rasprostranjenih načina mjerenja pH vrijednosti je upotreba mjerne elektrode (probe) koja se uranja u mjerenu tekućinu. Mjerna elektroda generira napon ovisan o pH odnosno napon ovisan o koncentraciji vodikovih iona. Na slici 2 prikazan je izgled pH mjerne elektrode.



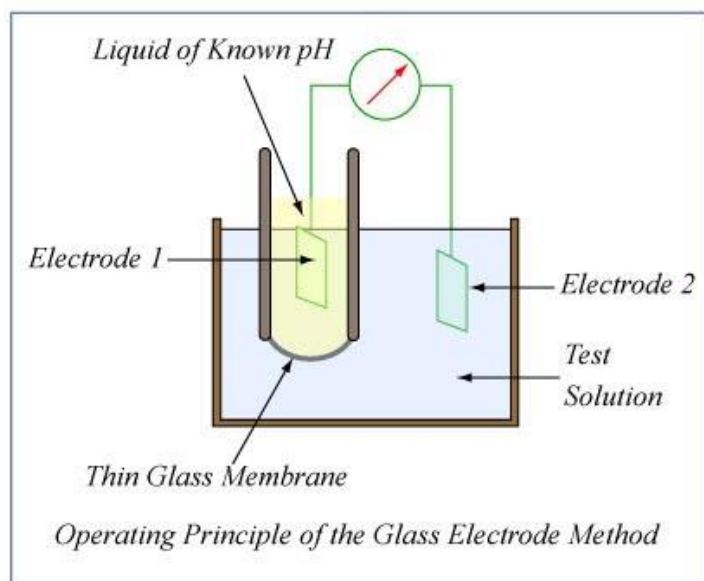
pH elektroda u tekućini za skladištenje



otvorena pH elektroda

Slika 2 pH mjerne elektrode

pH mjerna elektroda sastoji se od staklene cijevi na čijem kraju se nalazi stakleni balon (membrana). Unutar staklenog balona nalazi se elektrolit – tekućina referentne koncentracije pH te metalna žica – električki kontakt. Na slici 3 prikazan je princip rada pH mjerne elektrode.

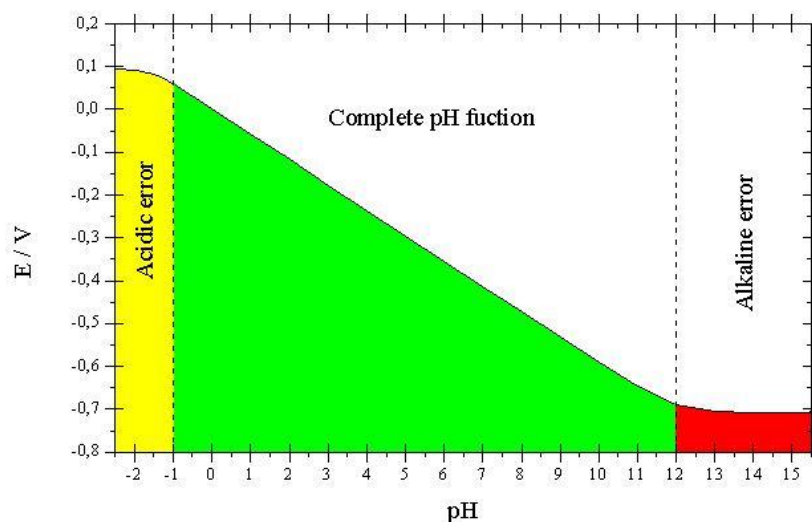


Slika 3 princip rad pH mjerne elektrode (pH probe)

Elektroda 1 uronjena je u tekućinu poznatog pH. Elektroda 2 uronjena je u tekućinu čiji pH mjerimo. Na staklenoj membrani generirati će se napon ovisan o pH vrijednosti mjerene tekućine. Napon na membrani mjeri se na krajevima elektroda 1 i 2. Važno je uočiti:

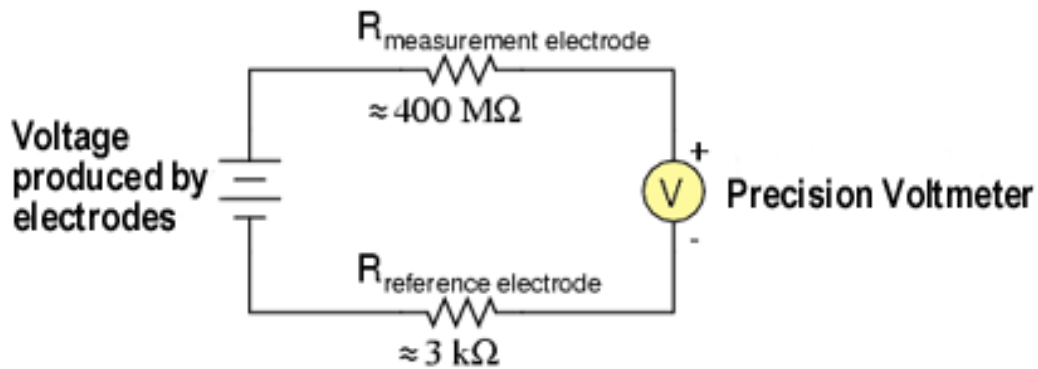
mjerenje pH svedeno je na mjerenje napona između elektroda 1 i 2.

Ovisnost generiranog napona prikazana je na slici 4.



Slika 4 Ovisnost generiranog napona o pH vrijednosti

Mjerne elektrode generirati će 59 mV / pH. Taj napon će prihvatiti elektroničko sklopovlje i dalje ga obrađivati. Na slici 5 prikazan je ekvivalentni strujni krug mjerenja generiranog napona – mjerenja pH.



Slika 5 Shematski prikaz mjerenja napona na pH elektrodi

Generirani napon kod pH mjerenja biti će također ovisan i o temperaturi tekućine, pa je uz mjerenje napona potrebno i mjerenje temperature. Na slici 6 prikazana je ovisnost pH o temperaturi tekućine.

(°C)	<i>neutral pH</i>	(°C)	<i>neutral pH</i>
0	7,47	30	6,92
10	7,27	35	6,84
15	7,17	40	6,77
20	7,08	50	6,63
25	7,00	60	6,51

Slika 6 ovisnost pH o temperaturi.

Prikazana vrijednost na displayu pH metra redovito će biti normirana na 25 Celzija, tj pokazivati će se pH vrijednost koju će tekućina imati na 25 Celzija.

Naponski izvor (mjerna pH proba) ima jako veliki unutarnji otpor, cca 400 Megaohma i zahtijevati će ulazna predpojačala vrlo visokih ulaznih impedancija. Mjerenja u laboratorijskim uvjetima neće postavljati teške zadatke za karakteristike opreme, ali laboratorijska mjerenja pH imati će slijedeće nedostatke.

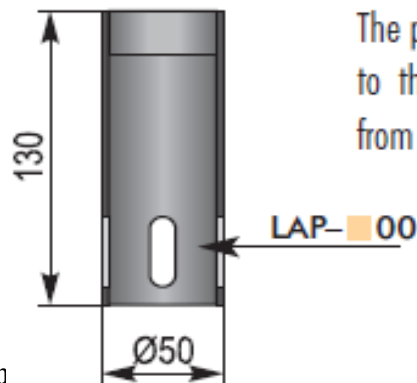
- kemijska svojstva mjenenog uzorka mogu se promijeniti od trenutka uzimanja uzorka do trenutka mjerenja

- uzorkovanje zahtijeva dodatni posao poslužilaca
- trenutno stanje pH vrijednosti neće biti poznato i uzorkovanje 1 -3 puta na dan često neće omogućiti pouzdan nadzor
- neće biti moguće trenutno reagirati na alarmantne vrijednosti pH

Zbog navedenih razloga preporuča se primjena on line pH mjerenja. Na taj način omogućuje se kontinuirani nadzor i brze reakcije biti će moguće. Mjerne sonde u tim slučajevima biti će postavljene u teške uvjete, isto kao i mjerna elektronika. Glavnina on line pH transmitera konstruirana je tako da su mjerne elektrode kabelima (max 10 metara) povezane sa mjernom elektronikom. Ova izvedba ima nedostatak zato jer kabeli moraju imati vrlo visoku impedanciju, podložni su starenju i mogu izazvati smetnje koje se povremeno javljaju. Nadalje konektor mjerne elektrode može biti osjetljiv na teške uvjete rada. Mjerne elektrode potrebno je čistiti i kalibrirati što će izazvati dodatna savijanja kabela i ta mehanička naprezanja će ubrzati starenje materijala. Nadalje budući je elektronika često udaljena od elektrode prilikom kalibracije ljudi se moraju dovikivati, ili će jedan poslužilac hodati od sonde do elektronike što može izazvati dodatne greške. Da bi se izbjegao dio komplikacija kod on line pH mjerenja razvijeni su pH transmiteri nove generacije. Na slici 7 prikazan je pH transmitter nove generacije.



PROBE PROTECTION TUBE



The protection tube which can be screwed to the probe socket protects the probe from mechanical impacts.

Slika 7 pH transmitter n

Kod nove generacije pH transmitera izvedene su opcije mehaničkih izvedbi. Transmitter prikazan na slici 7 ima niz prednosti koje mogu omogućiti pouzdaniju i jeftiniju eksploataciju.

Neke osnovne prednosti ove konstrukcije jesu:

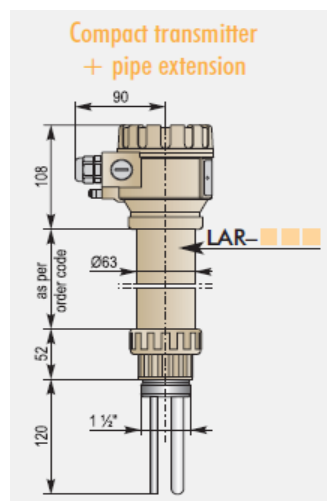
- mjerna pH elektroda nalazi se u kućištu sa elektronikom i nisu potrebni dodatni visokoosjetljivi kabeli
- budući nema visokoosjetljivih kabela konstrukcija je jeftinija
- transmitter ima 4 -20 mA strujni izlaz (i HART) i dovoljne su mu obične žice
- žice mogu biti dugačke nekoliko stotina metara što može imati dodatne prednosti

- na transmiteru se nalazi opcionalni display i jedan operater ga može bez problema kalibrirati
- konstrukcija je robusna, a postoji i mogućnost upotrebe zaštitne kape za elektrode



Slika 8 Opcionalni display na transmiteru

Ukoliko će razina tekućine biti promjenjiva tada se mjerne elektrode mogu smjestiti na produžnu cijev i tako spojiti sa transmiterom.



Slika 9 Mjerne elektrode na produžnoj cijevi.

Ukoliko se pokaže potreba za odvajanjem elektronike od mjernih elektroda tada se može koristiti konstrukcija kao na slici 10.



Slika 10 mjerne elektrode sa zaštitnom kapom sa daljinskom elektronikom (dužina mjernih kabela max 10 m; dužina izlaznih kabela nekoliko stotina metara).

Pored dobre mehaničke konstrukcije i koncepcije, za pouzdana pH mjerenja potreban je i odabir odgovarajuće mjerne elektrode. Na slici 11 dana je tablica nekih elektroda.

pH probes								
Medium	Max. temp. (°C)	Max. pressure (bar)	Min. conductivity (μS/cm)	pH	Probe	Material	Mounting angle	Field of application
Clean water	60	0,5	150	1-12	PHE	glass	max. 45°	drinking water, pool
	60	3		1-12	PHES			drinking water, pool
	80	6		1-12	PHEP			process water, galvanic
	80	8		1-12	PHED			process water, rectified waste water
	100	3/100°C 6/25°C		3-14	PHEP-H			chemical industry
	60	3		1-12	PHEK-L	polycarbonate	max. 90°	drinking water, pool
Solid particles in the medium	80	6	50	1-12	PHER	glass	max. 45°	rectified wastewater
	100	6 / 100°C 16 / 25°C	500	1-12	PHEX			sludge, emulsion

Slika 11 Karakteristike mjernih elektroda

1.2 Čišćenje i kalibracija.

Održavanje mjernih elektroda **ulimativni je zahtjev za pouzdana pH mjerenja**. Mjerna elektroda nalazi se u nečistim vodama i s vremenom će se zaprljati, što može uzrokovati grešku mjerenja. Nadalje sama elektroda se troši i potrebno ju je kalibrirati kako bi se kompenzirala istrošenost. Prije upotrebe on line pH mjernog sustava korisno je konzultirati stručnjake i definirati načine i intervale čišćenja i kalibriranja.

Zaključak: On line pH mjerenja mogu u znatnoj mjeri povećati pouzdanost i profitabilnost vodoopskrbnih sustava kao i sustava odvodnje. pH transmiteri nove generacije svojom robusnom izvedbom mogu znatno olakšati eksploataciju uređaja. Pored dobrog uređaja (dobre koncepcije) potrebno je odabrati primjerenu mjernu elektrodu te **organizirati procedure čišćenja i kalibriranja**.

LITERATURA:

Damir Žibrat , 16. međunarodno savjetovanje HDO 25 -27 svibnja 2010 Šibenik
Održavanje i upotreba ultrazvučnih nivometara i pH transmitera nove generacije.

NIVELCO AnaCONT LEP Technical manual