

**PROJEKTOVANJE INTEGRISANE ŽIČANO/BEŽIČNE  
KOMUNIKACIONE MREŽE BAZIRANE NA HART PROTOKOLU**

**DESIGN INTEGRATED OF WIRED / WIRELESS COMMUNICATION  
NETWORK BASED ON HART PROTOCOL**

**Miroslav Kostadinović**  
Saobraćajni fakultet  
Doboj

**Zlatko Bundalo**  
Elektrotehnički fakultet  
Banja Luka

**Ana Vujičić**  
Fakultet tehničkih nauka  
Novi Sad

**Boro Gojković**  
Saobraćajni fakultet  
Doboj

**Aleksandar Stjepanović**  
Saobraćajni fakultet  
Doboj

**Perica Gojković**  
Saobraćajni fakultet  
Doboj

**REZIME**

*U ovom radu je projektovana integrisana žičano/bežična komunikaciona mreža bazirana na HART protokolu koja je implementirana na realnom modelu sistema spregnutih rezervoara. Kod projektovanja integrisane komunikacione mreže prvo je realizovan P&I dijagram (engl. Process & Instrumentation diagram), a zatim upotrebom AMS Wireless Snap ON aplikacije određene su najbolje pozicije mjernih uređaja tako da je integrisana žičano/bežična komunikaciona mreža sigurna i pouzdana.*

**Ključne riječi:** HART protokol, P&I dijagram, AMS Wireless Snap ON

**SUMMARY**

*In this paper we designed an integrated wired / wireless network based on HART protocol, which is implemented in a real model systems of the coupled tanks. For design of an integrated network was first realized P & I diagram (Process & Instrumentation Diagram), and then using the AMS Wireless SNAP applications are determined by the best position of the measuring device so that it integrated wired / wireless network safe and secure.*

**Keywords:** HART protocol, P&I diagram, AMS Wireless Snap ON

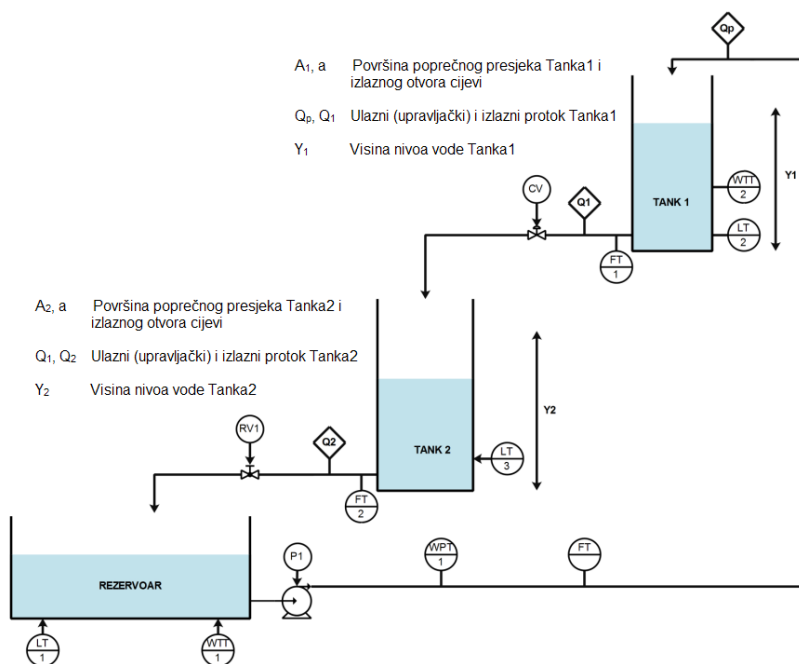
**1. UVOD**

Kod projektovanja integrisane žičano/bežične komunikacione mreže na realnom modelu potrebno je najprije realizovati P&I dijagram (engl. *Process & Instrumentation diagram*), a zatim odrediti najbolje pozicije mjernih uređaja tako da komunikaciona mreža bude sigurna i pouzdana.

## 2. REALIZACIJA P&I DIJAGRAMA

Primjena regulacije protoka i nivoa su veoma česti u brojnim sistemima procesne industrije. Problemi su česti zbog transporta fluida, skladištenja i čuvanja fluida u rezervoaru i pretakanja u drugi rezervoar, kao i mešanja fluida u rezervoarima. U svim tim slučajevima, nivo fluida u rezervoarima mora biti kontrolisan, kao i protok između rezervoara.

Zbog aktuelnosti ovog problema izabrano je upravljanje nivoom i protokom na realnom modelu sistema spregnutih rezervoara korištenjem integrisane žičano/bežične komunikacione mreže bazirane na HART protokolu. P&I dijagram laboratorijskog modela sastoji se od sabirnog rezervoara i dva kaskadno spregnuta tanka koji je prikazan na slici 1.



Slika 1. P&I dijagram laboratorijskog modela

Na P&I dijagramu je projektovan fleksibilni laboratorijski model sistema spregnutih rezervoara koji može imati mogućnost da izlazni protok rezervoara:

- ne bude upravljani,
- bude upravljani regulacionim ventilom,
- bude upravljani ručnim ventilima i
- bude upravljani električnim on-off ventilima.

### 2.1. Dinamički model sistema spregnutih rezervoara

Model dinamičkog ponašanja sistema spregnutih rezervoara na slici 1. proističe iz Bernulijeve jednačine kontinuiteta ili zakona o održanju mase. Promjena zapremine u tankovima odgovara razlici ulaznog i izlaznog protoka za pojedini tank, odakle sljedi sistem jednačina:

$$\frac{dV_1}{dt} = A_1 \frac{dY_1}{dt} = Q_p - Q_1 \quad i \quad (1)$$

$$\frac{dV_2}{dt} = A_2 \frac{dY_2}{dt} = Q_1 - Q_2. \quad (2)$$

Izlazni protok  $Q_1$  iz Tanka1 zavisi od visine nivoa vode  $Y_1$ , zatim od površine poprečnog presjeka izlaznog otvora cijevi  $a$  i razlike pritisaka iznad nivoa vode i ispod izlazne cijevi. Na osnovu Bernulijeve jednačine dobija se brzina isticanja vode iz Tanka1:

$$p_a + \rho g Y_1 = p_a + \frac{\rho v^2}{2} \Rightarrow v_1 = \sqrt{2gY_1}. \quad (3)$$

Izlazni protok  $Q_1$  je proizvod površine poprečnog presjeka otvora cijevi  $a$  i brzine isticanja  $v_1$ :

$$Q_1 = a\sqrt{2gY_1}. \quad (4)$$

Matematički model upravljanja punjenjem Tanka1 na osnovu jednačine (1) je dat sljedećom nelinearnom diferencijalnom jednačinom:

$$\frac{dV_1}{dt} = A_1 \frac{dY_1}{dt} = Q_p - a\sqrt{2gY_1} \Rightarrow \frac{dY_1}{dt} = \frac{Q_p}{A_1} - \frac{a\sqrt{2g}}{A_1} \sqrt{Y_1}. \quad (5)$$

Na analogan način je dobijen matematički model upravljanja punjenjem Tanka2 na osnovu jednačine (2) koji je dat sljedećom nelinearnom diferencijalnom jednačinom:

$$\frac{dV_2}{dt} = A_2 \frac{dY_2}{dt} = Q_1 - a\sqrt{2gY_2} \Rightarrow \frac{dY_2}{dt} = \frac{Q_1}{A_2} - \frac{a\sqrt{2g}}{A_2} \sqrt{Y_2}. \quad (6)$$

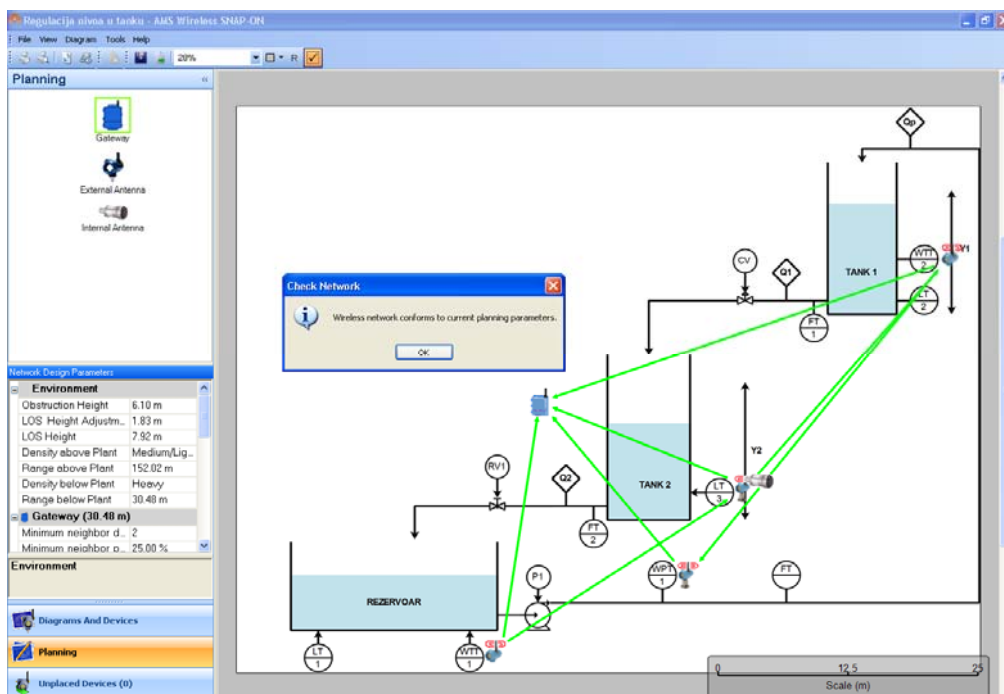
### 3. IMPLEMENTACIJA SNAP ON APLIKACIJE

Za planiranje najbolje pozicije mjernih uređaja u industrijskim komunikacionim mrežama, danas se najviše koristi Emersonova AMS Wireless SNAP-ON aplikacija, i kao takva biće implementirana u projektovanju integrisane žičano/bežične komunikacione mreže na laboratorijskom modelu sistema spregnutih rezervoara.

Na kraju, AMS Wireless SNAP-ON aplikacija daje u pisanom obliku obavjest o ispravnosti integrisane WirelessHART mreže unutar P&I dijagrama laboratorijskog modela, kao što je prikazano na slici 2. Tako dobijena integrisana WirelessHART mreža unutar P&I dijagrama laboratorijskog modela sistema spregnutih rezervoara se može eksportovati i uključiti u projektnu dokumentaciju.

AMS Wireless SNAP-ON aplikacija ima mogućnost da grafički prikaže redundantne komunikacione putanje prema *Gateway*-u za bilo koji bežični mjerni uređaj. Na slici 2. prikazane su redundantne komunikacione putanje za mjerni uređaj LT3 sa instaliranim THUM adapterom.

U slučaju da neka fizička prepreka privremeno onemogućuje direktnu vidljivost između uređaja sa THUM adapterom i *Gateway*-om izazvaće gubljenje signala. Komunikacija između ova dva uređaja (LT3 i GW) može se ostvariti preko dvije redundantne komunikacione putanje i to: LT3, WTT2, GW i LT3, WTT2, WPT1, GW.



Slika 2. Korektno planirana mreža sa komunikacionim putanjama

#### 4. ZAKLJUČAK

Uopšteno rečeno, dobijeni rezultati planiranja najboljih pozicija mjernih uređaja u integrisanoj WirelessHART mreži unutar P&I dijagrama laboratorijskog modela sistema spregnutih rezervoara opravdavaju korištenje THUM adaptera za integraciju HART uređaja sa WirelessHART mrežama. Na osnovu prethodnog, može se dati zaključak da THUM adapter omogućava mjernom uređaju koji podržava žičani HART protokol da komunicira sa klasičnim HART aplikacijama kroz WirelessHART mrežu, tako da u potpunosti postaje član WirelessHART mreže.

#### 5. REFERENCE

- [1] Emerson Process Management: „AMS Wireless Configurator”, Manual Supplement, October 2008.
- [2] Emerson Process Management: „AMS Wireless SNAP-ON™ Application”, Product Data Sheet, April 2013.
- [3] HART Communication Foundation: „System Redundancy with WirelessHART”, HCF LIT-128, Revision 1.0, June 30. 2008.
- [4] M. Kostadinović, Z. Bundalo, D. Bundalo, F. Softić: „Integrating Wireless Systems Into Process Industry”, 34th International Convention MIPRO, Conference on Telecommunications & Information (CTI), Opatija, Croatia, May 23-27, 2011. IEEE Proceedings pp. 197-202.
- [5] M. Kostadinović, P. Gojkovic, Z. Bundalo: “Integration and Management of Wired/Wireless Networks Based on the HART Concept”, *Przeglad Elektrotechniczny (Electrical Review)*, ISSN 0033-2097, R. 88 NR 8/2012. pp. 232-235.