

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ РІВНЯ РІДИНИ

Смирнов Б.П., Литвиненко В.М., Херсонський національний технічний
університет

INFORMATION-MEASURING SYSTEM CONTROL OF LIQUID LEVEL

Smirnov B.P., Litvinenko V.N., Kherson national technical University

Розроблено інформаційно-вимірвальну систему контролю рівня рідини, яка характеризується порівняно невисокою вартістю та високою надійністю. За рахунок удосконалення схеми аналога забезпечено збільшення надійності та швидкодії роботи вимірвальної системи. Представлені практичні рекомендації по виготовленню інформаційно-вимірвальної системи.

Ключові слова: рівень рідини, генератор, ємнісний датчик, мікроконтролер, інформаційно-вимірвальна система, транзистор.

Developed information-measuring system of liquid level control, which is characterized by relatively low cost and high reliability. Due to improvement schemes analogous increase reliability and performance of the instrument system. Presents practical recommendations for the production of information-measuring systems.

Keywords: liquid level, oscillator, capacitive sensor, microcontroller, information-measuring system, transistor.

1. Вступ. Як правило, для контролю рівня рідин застосовуються звичайні лічильники ручного обліку. З урахуванням прогресу розвитку сучасних технологій, такий підхід є неефективним. Інформаційно-вимірвальна система (ІВС) контролю рівня рідини має такі переваги: економію часу, людських і матеріальних ресурсів; підвищення ефективності праці; зниження непродуктивних витрат; зниження вірогідності помилок передачі даних; можливість створення інтегрованої системи управління.

Рівень робочого середовища є технологічним параметром, інформація про який необхідна для контролю режиму роботи технологічного апарату. В даний час операція вимірювання рівня є ключовою для організації контролю і управління технологічними процесами в у багатьох галузях промисловості. До приладів для вимірювання рівня заповнення ємностей, або рівнемірів, пред'являються різні вимоги: в одних випадках потрібно тільки сигналізувати про досягнення певного граничного значення, в інших необхідно проводити безперервний вимір рівня заповнення.

Сучасні системи автоматизації виробництва вимагають статистичних та інформаційних даних, що дозволяють оцінити витрати, запобігти збитки, оптимізувати управління виробничим процесом, підвищити ефективність використання сировини.

В наш час промисловістю випускається широкий асортимент приладів для вимірювання рівня рідини. Значно менше випускається ІВС вимірювання рівня рідини, але з тих, що випускаються більшість мають високу вартість, невисоку точність вимірювання, нестабільні в роботі.

В зв'язку з цим з'явилась необхідність продовження робіт з удосконалення ІВС вимірювання рівня рідини.

2. Мета і задачі дослідження. Дана стаття присвячена створенню ІВС вимірювання рівня рідини, яка має невелику вартість, високу стабільність роботи і надійність. Основною задачею роботи являється удосконалення принципової схеми приладу – аналога для покращання стабільності роботи розроблюваного приладу та підвищення його надійності в умовах значної зміни температури навколишнього середовища.

3. Матеріали і методи дослідження. На рис. 1 приведена структурна схема інформаційно-вимірювальної системи контролю рівня рідини.

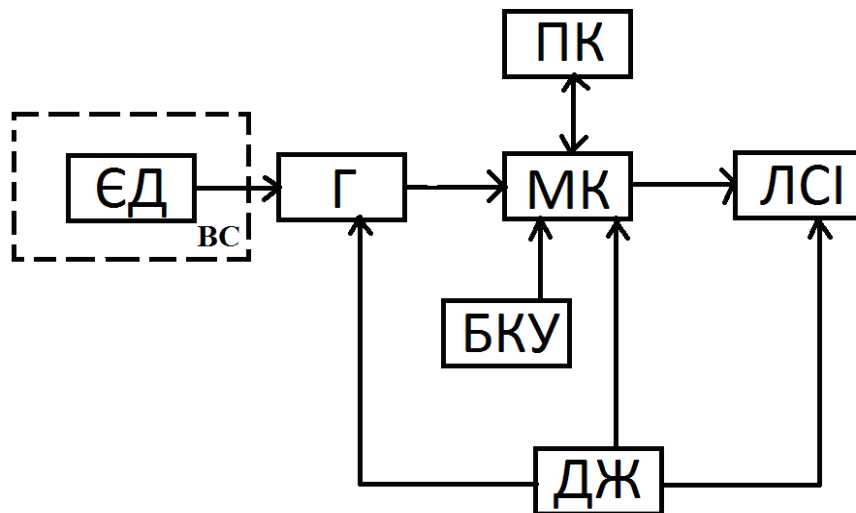


Рис. 1. Структурна схема інформаційно-виміральної системи контролю рівня рідини

Для вимірювання рівня рідини в якомусь об'ємі (наприклад, в цистерні) виносний генератор (Г) з ємнісним датчиком (ЄД) занурюють в вимірвальне середовище (ВС) (рідину). З зануренням електродів в рідину ємність утвореного ними конденсатора збільшується, причому тим сильніше, чим більше відносна діелектрична проникність рідини. Ємність датчика є одним з елементів коливального контуру генератора. Тому по мірі заповнення вимірального середовища рідиною частота коливань генератора зменшується. Сигнал виносного генератора поступає на вхід мікроконтролера (МК), який вимірює частоту за допомогою таймера/лічильника ТМРО, що входить до складу мікроконтролера (PIC16F628A-I / P) [1-3]. По одержаному значенню частоти і відомій індуктивності контуру розраховують його ємність, а по ній глибину занурення датчика в рідину. Дані від мікроконтролера передаються на персональний комп'ютер (ПК). Блок кнопок управління (БКУ) використовується для управління процесом вимірювання рівня рідини. До складу ІВС входить зовнішнє нестабілізоване джерело живлення (ДЖ) 9...12 В. Лінійка семиелементних індикаторів (ЛСІ) використовується для відображення одержаних значень рівня рідини. Для розробки ІВС був вибраний аналог [4].

На рис. 2 зображена схема генератора з урахуванням заміни транзистора КТ3117А (VT1) на його аналог - транзистор 2N2221. Генератор побудований на базі компаратора напруги К554СА3А (DA2) [5]. Напруга його живлення 5 В стабілізована інтегральним стабілізатором КР142ЕН5А (DA1), тому зовнішня напруга живлення може бути нестабілізованою і перебувати в межах від 9 до 12 В. Діод VD1 призначений для захисту від переполюсовки живлення. Частото задаючим елементом генератора служить коливальний контур, утворений ємністю датчика Cx і котушкою індуктивності L1. Компаратор охоплений позитивним зворотним зв'язком через резистор R3. Робоча точка компаратора задана ділником напруги R1R2 і стабілізована негативним зворотним зв'язком по ланцюгу R4C4, що не пропускає змінну складову вихідної напруги компаратора.

На вихідний роз'єм XP1 генеруються імпульси надходять через буферний підсилювач на транзисторі VT1. Резистор R8 обмежує струм транзистора при замиканні в його колекторному навантаженні.

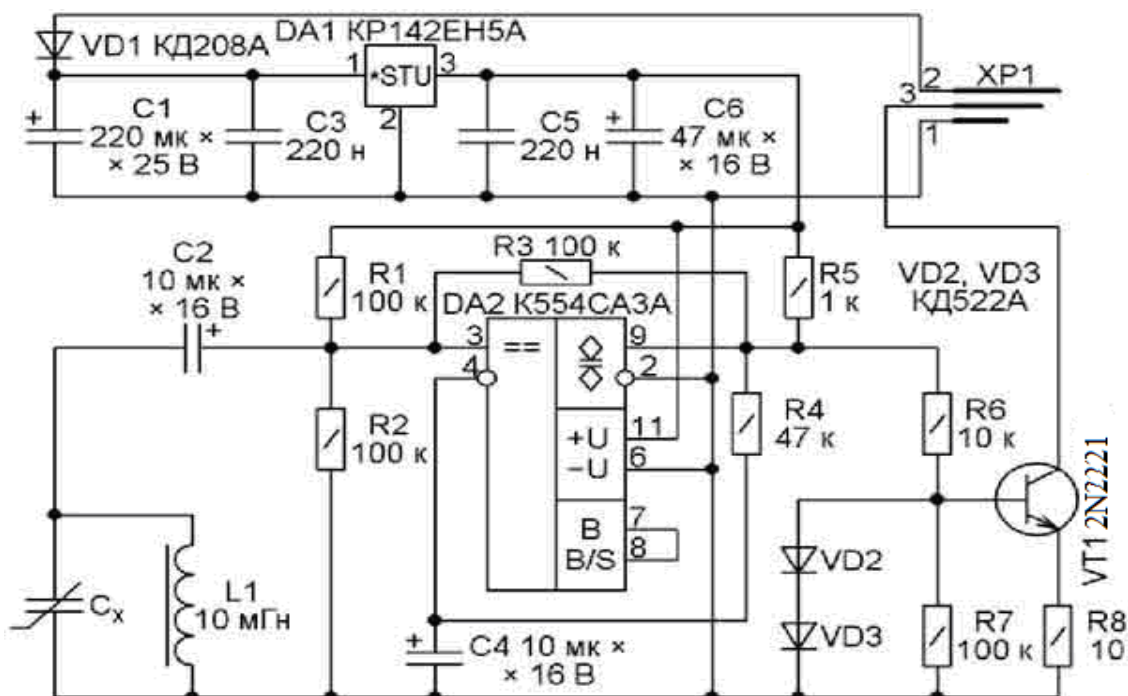


Рис. 2. Принципова схема генератора з ємнісним датчиком

На рис. 3. представлена принципова схема розробленого вимірювача рівня рідини.

Мікроконтролер DD1 (PIC16F628A-I / P) сприймає сигнал вимірювального генератора по входу RA4, інші лінії його портів використані для управління індикаторами HG1 - HG4 і прийому сигналів від кнопок управління SB1-SB3.

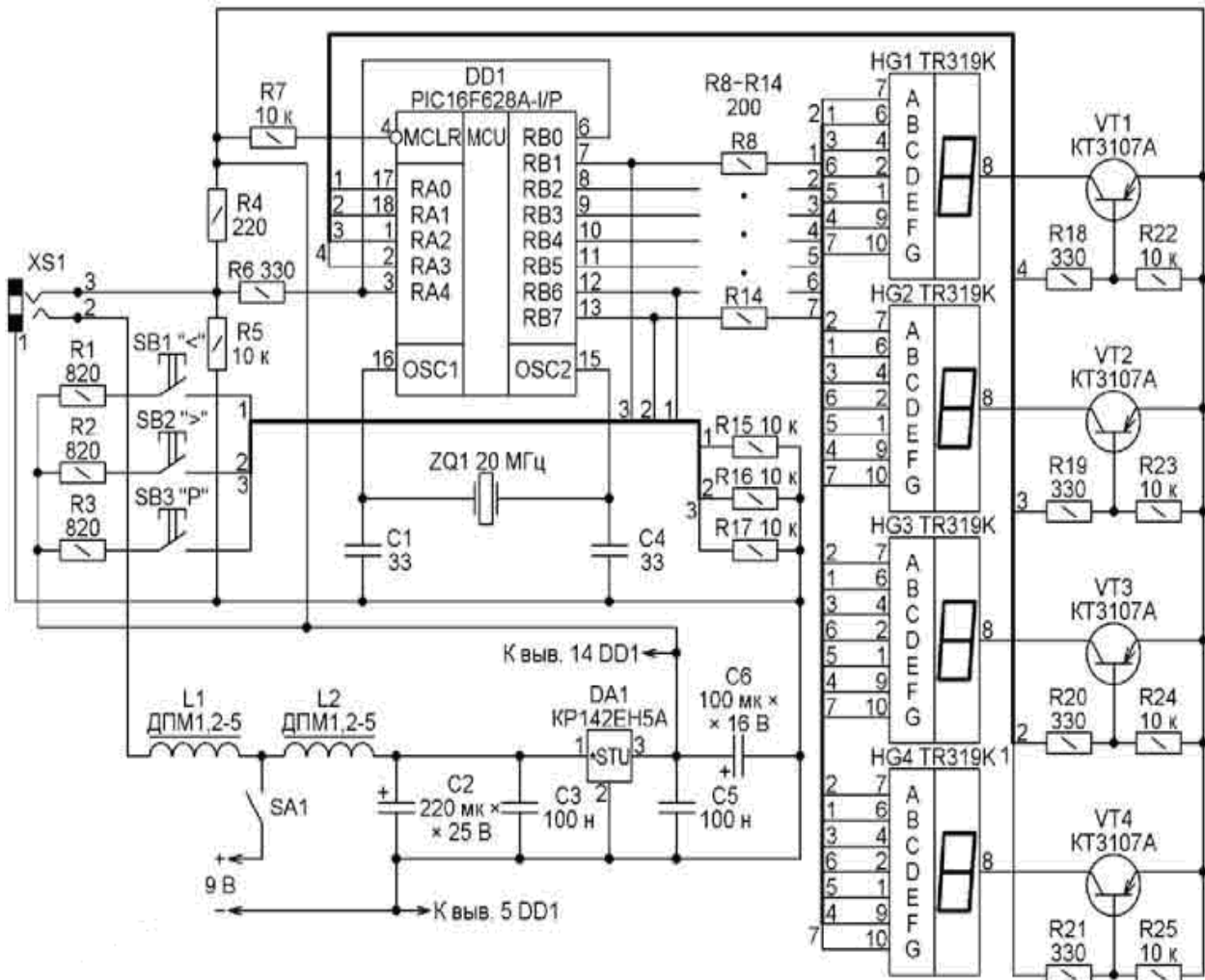


Рис. 3. Принципова схема пристрою для вимірювання рівня рідини

Напруга живлення 9 В надходить від зовнішнього нестабілізованого джерела. Споживаний струм – до 200мА. Стабілізовану напругу +5 В для живлення мікроконтролера і індикаторів забезпечує інтегральний стабілізатор DA1.

Прилад включають вимикачем SA1. Дроселі L1 і L2 призначені для усунення паразитного зв'язку між генератором і вимірником через джерело живлення. Кварцовий резонатор ZQ1 і конденсатори C1 і C4 - елементи тактового генератора мікроконтролера. Вхід MCLR мікроконтролера через резистор R7 підключений до плюсового проводу його живлення. Це зроблено для того, щоб наведення на цей вхід, який має високий вхідний опір, не приводили до несподіваних перезапусків мікроконтролера.

Програма мікроконтролера написана на мові C.

Досліджена можливість вимірювання розробленим пристроєм кількості рідини. Експериментально одержано графік залежності частоти генератора від кількості рідини.

Розроблена вимірювальна система дозволяє вимірювати глибину занурення датчика в рідину від 0 до 330 мм з дискретністю 1 мм. Є також режим вимірювання відносної діелектричної проникності рідини від 1 до 99.

4. Експериментальні дані та їх обробка. У порівнянні зі схемою аналога в розробленій нами схемі було зроблено заміну транзистора KT3117A (VT1) на його аналог - транзистор 2N2221 в схемі генератора. У порівнянні з транзистором KT3117A транзистор 2N2221 має більш високу граничну частоту (250 МГц проти 200 МГц) та більшу потужність розсіювання колектора (500 мВт проти 300 мВт). Зроблена заміна за рахунок більшої розсіюваної потужності колектора і більш високої граничної частоти транзистора 2N2221 дала можливість збільшити відповідно надійність та швидкодію розробленої ІВС у порівнянні з аналогом.

Розраховано сумарну похибку ІВС, яка склала $\pm 1,8\%$. Показано, що основними похибками ІВС є погрішність ємнісного датчика та похибка за рахунок нестабільності частоти кварцового генератора.

5. Висновки. Розроблено інформаційно-вимірювальну систему контролю рівня рідини. За рахунок оптимізації схеми аналога збільшені надійність та швидкодія розробленого вимірювача рівня рідини у порівнянні з аналогом.

Література

1. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн.3. Мікропроцесори та мікроконтролери / В.І. Бойко, А.М. Гуржий, В.Я. Жуйков та ін. – К.: Вища школа, 2004. – 399с.
2. Опачий Ю.Ф., Глудкин О.П., Гуров А.И. Аналоговая и цифровая электроника. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 768с.
3. Циделко В.Д., Нагаец Н.В. Проектирование микропроцессорных измерительных приборов и систем. - К. :Техніка, 2004 – 216 с.
4. Топников А. Емкостной измеритель уровня жидкости // *Журнал «Радио»*, 2014. - №9. - С. 34-39.
5. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Промислова електроніка та мікросхемотехнік. – К.: Каравела, 2003. – 368с.