

**Спосіб контролю рівня рідини
на основі генератора
детермінованого-хаотичного сигналу**

Грабчак А.Г.

Науковий керівник: к.т.н., доц. Маньковська В.С.

Актуальність теми. В даний час для потреб промисловості випускається велика різноманітність сигналізаторів рівня рідини. Найбільшого поширення набули сигналізатори засновані на ємнісному, акустичному, вібраційному і мікрохвильовому методі контролю. Умови експлуатації сигналізаторів в промисловому виробництві є важкими. До важких факторів належать такі: вібрації і промислові шуми, високі температури, механічний вплив на чутливий елемент, агресивні середовища.

Завдання контролю рівня в важких умовах, не вдається вирішити на належному рівні. Так, наприклад, сигналізатори контролю вібраційного типу, що володіють високою чутливістю, не забезпечують надійний контроль в умовах сильної вібрації і промислових шумів.

Для вирішення подібних технічних завдань існують різноманітні підходи, що полягають в особливій схемній обробці основного робочого сигналу датчика, аж до застосування сигнальних мікропроцесорів з цифровою обробкою сигналів.

Застосування для таких умов датчиків, що використовують шумоподібні сигнали, які генеруються низькодобротними коливальними системами повинно забезпечити підвищення завадостійкості.

Застосування широкопasmового несучої для зв'язку в радіотехніці давно відомо, також відзначені переваги даного підходу. Пропонований сигналізатор рівня має завадостійкість на фізичному рівні за рахунок використання в ньому генератора детермінованого-хаотичного сигналу.

Метою роботи є розробка способу контролю рівня рідини на основі генератора детермінованого-хаотичного сигналу.

Об'єктом дослідження є процеси, що протікають у MCL-генераторі детерміновано-хаотичного сигналу.

Наукова новизна отриманих результатів. В магістерській кваліфікаційній роботі розроблено спосіб контролю рівня рідини на основі генератора детермінованого-хаотичного сигналу, який дозволить створити сигналізатор рівня на основі генератора детерміновано-хаотичного сигналу.

Детермінований хаос

Одним із самих значних наукових відкриттів останніх десятиліть є відкриття детермінованого хаосу в динамічних системах. Суть цього відкриття полягає в тому, що повністю визначена (детермінована) динамічна система, при відсутності будь-яких випадкових впливів на неї, починає вести себе непередбаченим (хаотичним) чином. Проте у цієї непередбачуваності (хаотичності) при більш ретельному розгляді вдається виявити ряд закономірностей у поведінці системи, що відрізняє дане явище від класичних випадкових процесів. Більше того, на відміну від класичних випадкових процесів, явище детермінованого хаосу може бути багаторазово відтворене в натурних і лабораторних експериментах. Найбільш істотним є те, що детермінований хаос не є якимось винятковим режимом поведінки динамічних систем, навпаки, такі режими спостерігаються в дуже багатьох динамічних системах, які розглядаються в математиці, фізиці, хімії, біології, медицині та економіці. Такі детерміновані хаотичні режими інколи є більш типовими режимами, ніж повністю передбачувані (регулярні) режими. Можна сказати, що оточуючий нас матеріальний світ “повністю занурений у хаос”. Тому дослідження з хаотичної динаміки є одним з магістральних шляхів розвитку сучасного природознавства. Такі дослідження широко проводяться в усіх промислово розвинених країнах світу.

СПОСІБ КОНТРОЛЮ РІВНЯ РІДИНИ НА ОСНОВІ ГЕНЕРАТОРА ДЕТЕРМІНОВАНОГО-ХАОТИЧНОГО СИГНАЛУ

Принцип запропонованого способу

В основу пристрою покладений імпедансний сигналізатор, схематично представлений на рисунку 1. Чутливим елементом є тонкий біморфний п'єзоелемент, точково закріплений на вузловій окружності. П'єзоелемент здійснює збудження згинальних коливань біморфа. Наявність контакту біморфа з контрольованою рідиною істотно підвищує імпеданс випромінювання на частотах поблизу механічного резонансу.

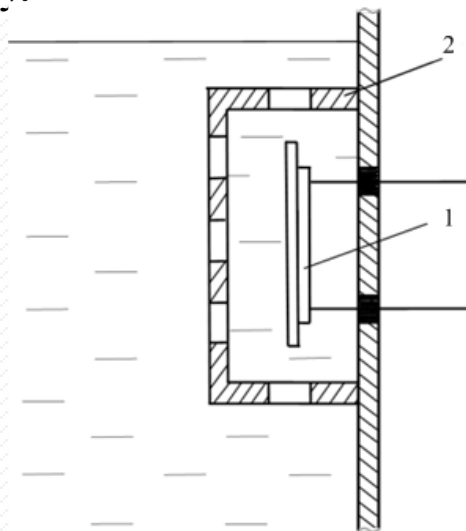


Рисунок 1 – Імпедансний сигналізатор рівня рідини: 1 - біморфний п'єзоелемент; 2 - захисна решітка

Серед безлічі унікальних властивостей генераторів детермінованого-хаотичного сигналу варто виділити їх стійкість до зовнішніх шумоподібних впливів. Це їх властивість може бути використано для виявлення гармонійних сигналів на тлі багаторазово переважаючих їх шумів.

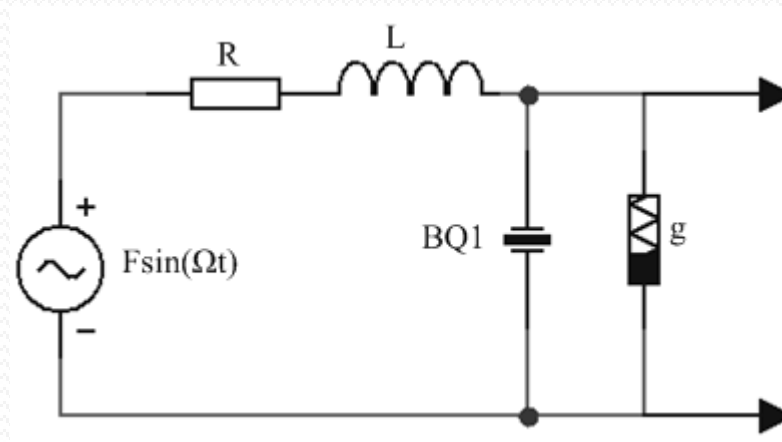


Рисунок 2 – Схема генератора детермінованого-хаотичного сигналу на основі MLC-кола: g - діод Чуа; $BQ1$ - п'єзоелемент

Запропонований підхід *полягає* у використанні чутливого елемента безпосередньо в генераторі детермінованого-хаотичного сигналу (рисунок 2). За основу був взятий генератора детермінованого-хаотичного сигналу – MLC-коло. Статична ємність п'єзоелементу в загальмованому стані враховувалася для вибору параметрів схеми таким чином, щоб досягався режим генерації хаосу. У разі, якщо вібратор не має контакту з рідиною, імпеданс випромінювання п'єзоелементу істотно зменшується і MLC-коло переходить в стан генерації періодичних коливань. Детерміновано-хаотичний сигнал має широкосмуговий спектр шумоподібного виду, в той час як періодичні коливання мають головний максимум на частоті коливання і на частотах вищих гармонік. Станом спектра вихідних коливань MLC-кола визначається присутність рідини.

Загальна структурна схема сигналізатора наведена на рисунку 3. Вона включає генератор синусоїдальних коливань (ГСС), що є джерелом для генератора детермінованого-хаотичного сигналу (ГДХС). Вихідний сигнал генератора детермінованого-хаотичного сигналу піддається проходженню через вузькосмуговий фільтр (ВФ), в якому виділяються тільки частота, відповідна режиму періодичних коливань генератора ГДХС.

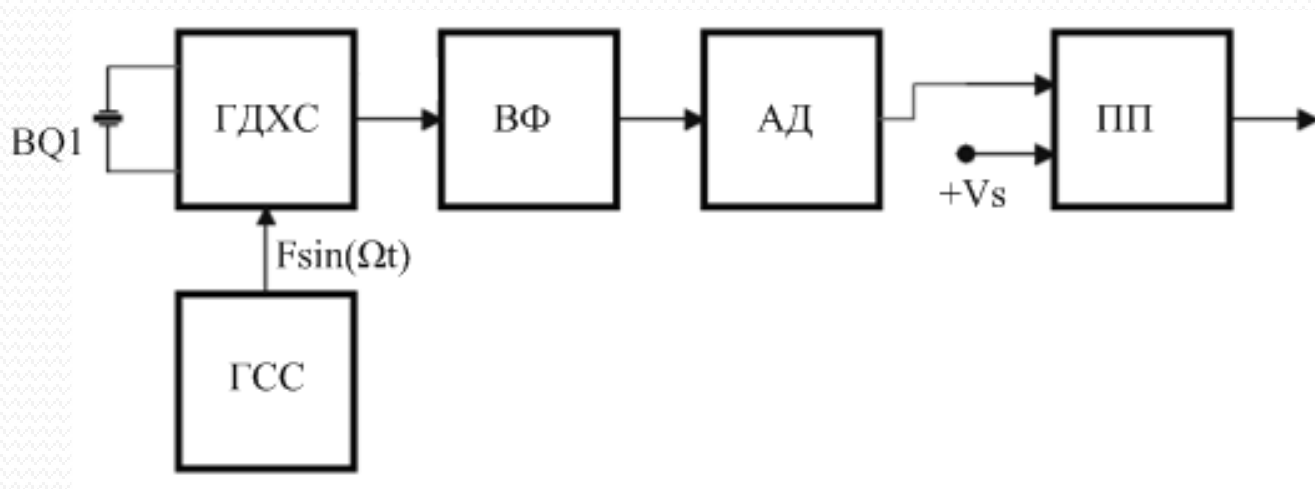


Рисунок 3 – Структурна схема сигналізатора:

BQ1 - п'єзоелемент; ГСС - генератор синусоїдальних сигналів;
ГДХС - генератор детермінованого-хаотичного сигналу; ВФ - фільтр;
АД - амплітудний детектор; ПП – компаратор

Таким чином, вихідний сигнал фільтра буде мінімальним якщо MLC-коло працює в хаотичному режимі і максимальним, якщо в періодичному. Далі, сигнал пропускається через амплітудний детектор (АД) і компаратор напруги (ПП), вихідний сигнал якого відповідає логічним рівням цифрових пристроїв.

Розрахунок параметрів пристрою

Першим етапом конструюється чутливий елемент і забезпечується надійна зміна імпедансу в ньому на лабораторній установці в статичних умовах. Вхідна частотна характеристика п'єзоелементу представлена на рисунку 4 (суцільною лінією показана залежність для п'єзоелемента, що здійснює коливання у воді, штрих-пунктирною – в повітрі). Також визначаються параметри еквівалентної електричної схеми заміщення (рисунок 5). У разі, якщо п'єзоелемент навантажений рідиною SB1 – розімкнути, якщо робить коливання в повітрі – замкнутий.

Наступним етапом йде вибір частоти Ω . Передбачається, що основні параметри MLC-кола повинні вибиратися таким чином, щоб відповідати границі біфуркації «хаос-період 3». Хаотичні коливання мають шумоподібний спектр, який швидко спадає з ростом частоти.

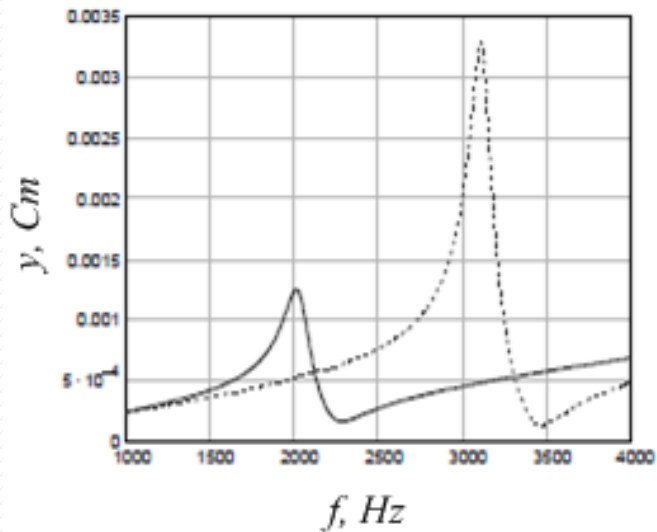
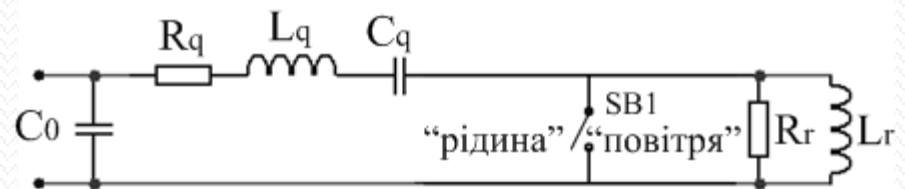


Рисунок 4 – Залежність повної провідності y від частоти f



Рисунку 5 – Еквівалентна електрична схема заміщення п'єзоелементу:

R_q , C_q , L_q - динамічні параметри п'єзоелементу; C_0 - статична ємність п'єзоелементу; R_r , L_r - імпеданс випромінювання в рідину

Найбільший рівень мають складові з частотою, яка не перевищує $\Omega/3$. При цьому, існування хаосу можливо лише при досить рівномірній частотній характеристиці ВQ1, тобто при його акустичному навантаженні рідиною. Інакше, можливий лише періодичний режим.

З іншого боку, коливання періоду 3 характерні переважанням третьої субгармоніки генератора ГСС в спектрі сталих коливань, тобто МLC-коло в цьому режимі перетворюється в подільник частоти на 3.

Виходячи з цих міркувань частота генератора ГСС вибирається в 3,5-4 рази більше резонансної частоти п'єзоелемента ВQ1 в повітрі. Обрана частота синусоїдального генератора задає всі інші величини елементів МLC-кола для досягнення детермінованого хаосу.

Третім етапом визначаються абсолютні величини номіналів елементів МLC-кола. для МLC-кола (рисунок 2) справедливі наступні співвідношення, що зв'язують безрозмірні величини з реальними значеннями:

$$C = \frac{\omega}{R\Omega}, \quad \beta = \frac{CR^2}{L}$$

де R , L – елементи МLC-кола; C – статична ємність п'єзоелемента ВQ1; ω – безрозмірна циклічна частота синусоїдального генератора; β – біфуркаційний параметр системи.

Задаються наступні значення в безрозмірних одиницях для хаотичного режиму: $\omega = 1$; $\beta = 0,95$ і для періодичного режиму 3Т: $\omega = 1$; $\beta = 0,85$, з яких і знаходимо всі реальні значення.

Якщо в результаті розрахунку, значення C виявилось далеким від статичної ємності п'єзоелемента C_0 , виконують підключення коригувальних ємностей (послідовно і паралельно) до п'єзоелементів для отримання необхідної величини.

Утворений таким чином, ємнісний подільник, хоч і зменшує чутливість, але також знижує вплив виходу статичної ємності C_0 від різних зовнішніх факторів, зокрема від температури.

Була проведена перевірка відповідності розрахункової моделі генератора детерміновано-хаотичного сигналу експериментальними даними. Спектральні діаграми на виході генератора детерміновано-хаотичного сигналу показані на рисунку 6.

Проведені дослідження показали можливість створення сигналізатора рівня на основі генератора детерміновано-хаотичного сигналу. Як чутливий елемент використовувався біморфний п'єзоелемент. Основним технічним результатом є підвищення завадостійкості.

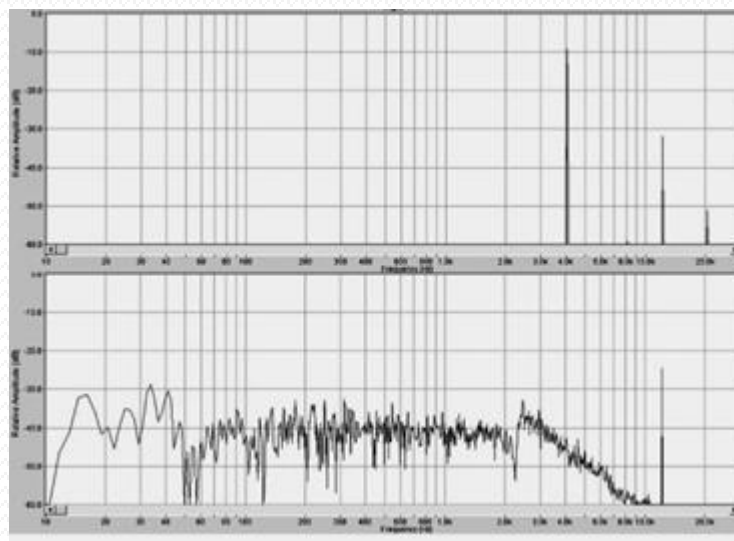


Рисунок 6 – Експериментально отримані спектральні характеристики сигналу в смузі 10Гц-20кГц ГДХС при коливаннях п'єзоелемента в повітрі і в воді

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!