

- Підібрано сучасні прилади, що вимірюють вологість, визначено діапазони їх роботи.
- Проаналізовано принципи вимірювання вологості ґрунту, розглянуто узагальнену структурну схему електричних вологоміврів. Визначено вплив різних факторів на зміну вимірюваних параметрів.
- Проведено ідентифікацію об'єкта автоматизації, на основі чого створено математичні моделі у програмному забезпеченні Matlab. Визначено контури підпорядкованого регулювання.
- За допомогою Matlab, визначено тип та параметри регуляторів з урахуванням підпорядковано регулювання.
- Обрано апаратну базу системи автоматичного керування з урахуванням подальшої можливості її масштабування[4–7].

Література

1. William Texier. *Hydroponics for all. All About Home Gardening: HydroScope*, 2013. - 296 p. - ISBN 978-2-84594-089-5. Bentley M.
2. Gaurav Sablok - *Plant Metallomics and Functional Omics* – Springer, University of Technology Sydney Australia 2019.
3. Jack W. Lewis - *Feedback Control Systems Demystified* - Surber Press; 1.1 edition 409pg. (March 29, 2014).
4. Датчик вологи DHT 22 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>
5. Датчик якості повітря CO2 MQ135 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.olimex.com/Products/Components/Sensors/SNS_MQ135/resources/SNS-MQ135.pdf
6. Датчик температури DS18B20 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
7. Фітосвітлодіоди для вирощування рослин [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.symmetron.ua/N_A/news:n02092015

УДК 621.396

*О.В. Шефер, д.т.н., доцент,
О.В. Михайленко, аспірант
Національний університет*

«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ПРИНЦИПИ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ НЕКОНТРОЛЬОВАНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ РАДІОСИГНАЛІВ ВІДДАЛЕНИХ ОБ'ЄКТІВ

Для параметричної ідентифікації неконтрольованих випромінювань сигналів віддалених об'єктів необхідно виконати обґрунтування вибору моделі процесів нестабільності частоти [1]. Слід враховувати, що створення математичної моделі процесів нестабільності здійснюється

зазвичай з метою вирішення завдання підвищення стабільності опорних генераторів за допомогою прогнозування відхилень частоти від номіналу і формування керуючих впливів, що компенсують ці відхилення.

Можна виділити два напрямки створення математичної моделі:

- перший напрямок заснований на дослідженні процесу нестабільності частоти експериментальним шляхом.
- другий напрямок заснований на теоретичному розгляді елементів схеми опорного генератора, котрі забезпечують отримання гармонійного коливання опорного генератора.

У першому випадку генератор розглядають у вигляді "чорної скрині" без детального аналізу його внутрішньої структури.

У другому випадку модель повинна враховувати внесок окремих елементів схеми в нестабільність, описувати шумові параметри і параметри старіння, зміни їх під дією зовнішніх умов. Ця модель досить громізка, оскільки кількість факторів і елементів, що призводять до нестабільності, зазвичай велика.

Подальше використання математичних моделей засновано на дослідженні процесу нестабільності частоти експериментальним шляхом.

Залежність середньоквадратичного відхилення нестабільності частоти від часу усереднення містить дві зони нестабільності: короткотривалу і довготривалу.

Головна причина довготривалої нестабільності - старіння елементів кварцових генераторів. Рівень шумів, у наслідок зазначених причин на порядок і більше перевищує рівень шумів, викликаних короткотривалою нестабільністю, котра обумовлена флуктуаційними перешкодами внутрішнього і зовнішнього походження, наприклад наводки гармонік напруги живлення. Слід зазначити, що флуктуаційні перешкоди можна вважати розподіленими за нормальним законом.

Найважливішим є прогнозування довготривалих складових нестабільності, оскільки вони роблять основний внесок у нестабільність частоти опорного генератора. Для процесу ідентифікації довготривала складова $\varphi_g(t)$ умовно вважається корисною, а короткотривала $\varphi_k(t)$ - тією, котра заважає. Відомі два типи математичних моделей нестабільності опорних генераторів: динамічні та нединамічні. Нединамічна модель процесу нестабільності представляється у вигляді [2]

$$\varphi(t) = \sum_{i=0}^N c_i t^i + \varphi_k(t), \quad (1)$$

де $c_i, i=0,1,\dots,N$ - коефіцієнти моделі. Часто приймають $N \leq 2$.

Коефіцієнти мають певний фізичний зміст:

c_0 - помилка початкового значення фази;

c_1 – так званий «відхід» частоти, згідно із роботою [1];

c_2 – швидкість «відходу» частоти.

Нединамічна модель (1) зручна під час роботи з кварцовими генераторами, котрі мають більшу стабільність при відносно невеликих інтервалах прогнозування (~ 1 години), коли справедлива параболічна апроксимація процесу нестабільності.

Однак, слід урахувати, що поява у процесі нестабільності складових типу гармонійних, котрі виникають під час дії, наприклад, збурювальних впливів, не дозволяє вирішити задачу прогнозування за допомогою параболічної апроксимації.

Значно ширші можливості має динамічна модель, котра побудована на основі методу управління стану. Ця модель передбачає, що процеси нестабільності формують на виході чотириполюсника збудженням білим гаусовим шумом. Параметри білого шуму та формувального чотириполюсника вибирають такими, щоб моментні або інші характеристики процесу на виході чотириполюсника збігалися, із необхідною точністю, з характеристиками експериментально отриманих процесів нестабільності.

Системою таких рівнянь можна описати будь-який процес із раціональним спектром, що наближається до нуля на високих частотах.

Література

1. Shankar Sastry. *Nonlinear systems: analysis, stability and control* / S. Shankar // Springer Science & Business Media, New York, USA. – 1999. – P. 668.

2. Шефер О. В. *Методика визначення фазових шумів радіопристроїв та оцінка їх впливу на показники якості бортових радіолокаційних систем* / С. В. Козелков, О. В. Шефер, О. В. Шульга // Зв'язок. – К.: ДУТ, 2017. – Вип. 6. – С. 12-16.

УДК 621.321

*Г.М. Кожушко, д.т.н., професор,
С.Г. Кислиця, к.т.н., доцент,
І.О. Сілін, студент 401-МЕ
Національний університет*

«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ВИМОГИ ДО СВІТЛОДІОДНИХ СВІТИЛЬНИКІВ ЗА МІЖНАРОДНИМИ СТАНДАРТАМИ

Застосування світловипромінювальних діодів (СВД) для освітлення суттєво змінило підходи щодо встановлення вимог до характеристик та методів випробувань світильників з цими джерелами світла в порівнянні з вимогами до світильників з лампами розжарювання (ЛР) та розрядними лампами (РЛ). Це викликано відмінністю конструкцій СВД від