

ФІРМА "IFM ELECTRONIC"- НОВИЙ ПАРТНЕР КАФЕДРИ "ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ"

"IFM ELECTRONIC" COMPANY - THE NEW PARTNER OF THE DEPARTMENT "INFORMATION-MEASURING TECHNOLOGIES"

*Машикова Каміла,
ІФМ Електронік, ВАТ, Україна
О. Ришковський, І. Петровська,
Національний університет "Львівська політехніка", Україна*

*Kamilla Mashkova,
IFM Electronic, JSC, Kyiv, Ukraine
O.Ryshkovskiy, I.Petrovska
Lviv Polytechnic National University, Ukraine*

Анотація

У статті здійснено короткий історичний огляд становлення фірми "IFM Electronic", стисло представлена номенклатура продукції, яку вона випускає на сьогоднішній день. Описано деякі типи сенсорів, які випускаються фірмою. З використанням наданих сенсорів створено 9 лабораторних макетів в найсучаснішій навчально-дослідницької лабораторії первинних перетворювачів фізичних величин (сенсорів), які дадуть змогу унаочнити і покращити вивчення дисциплін "Методи та засоби вимірювання неелектричних величин і "Первинні вимірювальні перетворювачі", ознайомити студентів напряму "Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології" з сучасними високоточними сенсорами і широким діапазоном їх використання.

Ключові слова: первинний перетворювач, сенсор, вимірювання, лабораторний макет

Abstract

Department "Information and measurement technologies" of Lviv Polytechnic National University raises the training of masters and specialists in metrology and measuring technology to the higher level with support of "IFM Electronic" that is world-wide company in development and production of smart sensors and automation elements. For today, the products manufactured by it, include more than eight thousand items: contactless inductive position and approximation sensors; magnetic cylinder sensors; capacitive approximation and level sensors; sensors of flow of liquids and gases; electronic temperature sensors; objects recognition sensors; contactless optical sensors (including standard optical approximation sensors, optical sensors with fiber optics, contrast labeled sensors, laser rangefinders); corner encoders (angular displacement sensors); pressure sensors (with ceramic membrane for food production and general industry); sensors for a production cycle safety; level sensors; diagnostic systems (vibration sensors for control and prevention of wearing); sensors and accessories As-is; radio identification RFID; power supplies; and also accessories and connectors.

Particularly noteworthy is the special software IO-Link that is developed by company. This software is intended for work with full spectra of sensors. It allows not only program measurement ranges, resolution, precision, and so on, but also visualizes the results of measurements and sends them for further processing.

For today, nine laboratory works on the basis of IFM Electronic sensors have been created at the department "Information and measurement technologies". The first laboratory work is intended for analysis and study of the principles of operation and measuring flow rates using smart sensors such as SA5000, SV4204, SM6000, and SI5000. The second laboratory work envisages abilities of inclinometer JN2200. ... The ninth laboratory model allows measure the speed and frequency of engine rotation by RUP500 sensor.

Keywords: Primary Transducer, Sensor, Measurement, Laboratory Work.

Кафедра "Інформаційно-вимірювальні технології" НУ "Львівська політехніка" піднімає на новий рівень підготовку спеціалістів з вимірювальної техніки і метрології за підтримки фірми "IFM Electronic" – провідної компанії з розробки і виробництва сенсорів неелектричних величин і елементів автоматизації в Європі.

Історична довідка. Фірма "IFM Electronic" – розпочинає свою історію з 1969 році в Німеччині (м.Ессен) як сімейне підприємство. Засновниками компанії є Robert Buck і Gerdt Marhofer [1-3]. Сьогодні фірму очолюють голова правління Martin Buck і виконавчий директор Michael Marhofer. На сьогоднішній день компанія нараховує 6000 співробітників в 70-и країнах світу і є одним із світових промислових лідерів виробництва засобів автоматизації і вимірювальної техніки. Річний оборот фірми становив в 2016 році 775 млн. євро. Фірма досягнула успіхів завдяки своїй політиці по відношенню до співробітників і клієнтів. В різних філіалах по обслуговуванню клієнтів працює понад 1300 висококваліфікованих спеціалістів, які

надають підтримку клієнтам по всьому світу. Більше 600 науковців, інженерів і техніків працює у відділі досліджень і розробок. Тісно співпрацюючи з науково-дослідними установами і університетами по пошуку рішень, що відповідають вимогам сучасного ринку і найближчого майбутнього, компанія отримала понад 600 патентів на свої винаходи. Основні виробничі потужності компанії розташовані в районі Боденського озера (Німеччина), де виготовляється коло 88 % продукції компанії, а частина виробництва знаходяться в Азії і США. Це дозволяє оперативно реагувати на потреби регіональних ринків. Для забезпечення високих стандартів якості компанія “IFM Electronic” постійно навчає своїх іноземних співробітників в Німеччині. Продукція фірми IFM продається в цілому світі [1, 2].



Сучасна номенклатура продукції “IFM Electronic”. Продукцію, яка сьогодні випускається фірмою “IFM Electronic”, можна розділити на наступні групи [1-5]:

Сенсори позиціонування і виявлення об’єктів:

- індуктивні сенсори;
- ємнісні сенсори;
- магнітні сенсори;
- сенсори циліндрів;
- фотоелектричні сенсори для стандартних застосувань;
- фотоелектричні вилючні сенсори/кутові сенсори;
- лазерні сенсори/сенсори вимірювання відстані;
- оптоволоконні сенсори;
- фотоелектричні сенсори для спеціальних застосувань;
- сенсори зворотного зв’язку для запірно-регулюючих приводів;
- комутуючі підсилювачі.

Сенсори контролю куткових і лінійних переміщень:

- енкодер;
- сенсор швидкості;
- сенсор кута нахилу;
- системи оцінки імпульсів;
- системи технічного зору;
- 2d – сенсори;
- 3d-сенсори;
- 3d-камери;
- зовнішні пристрої підсвічування.

Промислова безпека:

- індуктивні сенсори безпеки;
- світлові завіси безпеки;
- багатопроменеві бар’єри безпеки;
- реле безпеки;
- контролери безпеки;
- компоненти систем безпеки з інтерфейсом as “safety at work”.

Сенсори фізичних величин/сенсори для запірно-регулюючої арматури:

- сенсори тиску;
- вакуумні сенсори;
- сенсори потоку/витратоміри;
- сенсори рівня;
- сенсори температури;
- пристрої оцінки сигналів;

- сенсори зворотного зв'язку для запірно-регулюючих приводів.

ПЛК та промислові мережеві інтерфейси:

- ПЛК/шлюзи з інтерфейсом AS;
- джерела живлення для інтерфейсу AS/пристрої контролю землі;
- модулі вводу/виводу з інтерфейсом AS;
- пневмоострови з інтерфейсом AS;
- сенсори з інтерфейсом AS;
- сенсори з інтерфейсом AS для запірно-регулюючих приводів;
- технічні засоби для збільшення довжини сегмента мережі AS;
- компоненти систем безпеки з інтерфейсом AS "Safety at Work";
- компоненти Fieldbus;
- компоненти IO-Link.

Системи ідентифікації:

- RFID 125 кГц;
- RFID 13. 56 МГц;
- RFID UHF;
- транспондери RFID;
- зчитувачі 1D/2D штрих-кодів.

Системи моніторингу та діагностики:

- системи вібродіагностики;
- витратоміри стисненого повітря;
- витратоміри води;
- сенсори контролю якості масла.

Компоненти для систем управління і автоматизації рухомий техніки:

- контролери початкового рівня;
- контролери верхнього рівня;
- модулі вводу/виводу;
- діалогові модулі/дисплеї;
- відеокамери для рухомої техніки;
- компоненти для діагностики та сервісного обслуговування;
- перетворювачі сигналу.

Промислові з'єднання:

- кабельні роз'єми типу "мама";
- кабельні роз'єми типу "тато";
- джамперні кабелі;
- розподільні коробки;
- вбудовувані роз'єми типу "мама";
- вбудовувані роз'єми типу "тато";
- Y-образні розподільники;
- роз'єми COMBICON.

Блоки живлення/аксесуари:

- блоки живлення;
- основні монтажні пристосування;
- модульні монтажні системи;
- аксесуари для фотоелектричних датчиків;
- аксесуари для магнітних датчиків;
- аксесуари для датчиків циліндрів;
- аксесуари для запірно-регулюючої арматури;
- аксесуари для інтерфейсу AS;
- аксесуари для систем управління і автоматизації;
- аксесуари для систем ідентифікації.

З моменту утворення фірма IFM Electronic безперервно зростає і розвивається, і на сьогодні в номенклатурі продукції, що випускається нею, налічується більше восьми тисяч найменувань, серед них: безконтактні індуктивні сенсори положення і наближення IFM Electronic; магнітні сенсори циліндрів; ємнісні сенсори наближення і рівня; сенсори потоку, витрати рідин і газів; електронні сенсори температури; системи розпізнавання об'єктів; безконтактні оптичні сенсори IFM Electronic (у їх числі стандартні оптичні сенсори наближення, оптичні сенсори з волоконною оптикою, сенсори контрастних міток, лазерні дальноміри); кутові енкодери (сенсори кутових переміщень); сенсори тиску (з керамічною мембраною для харчового виробництва і загальнопромислові IFM Electronic) – особлива гордість компанії IFM Electronic; сенсори для забезпечення безпеки на виробництві; рівнеміри і сенсори граничного рівня; системи діагностики (сенсори вібрації для контролю і запобігання зношенню); сенсори і приладдя As-i; системи ідентифікації по радіомітці RFID; джерела живлення; а також аксесуари і роз'єми.

Особливо слід відзначити спеціальне програмне забезпечення IO-Link, розроблене фірмою, яке призначене для роботи практично з усією номенклатурою сенсорів. Програмне забезпечення дозволяє не тільки програмувати сенсори, задаючи необхідні діапазони вимірювання, роздільчу здатність, точність і т.д., але й візуалізовувати результати вимірювання і передавати їх для подальшої обробки.

IFM Electronic – одна з небагатьох компаній, використовуючи обладнання якої можна повністю автоматизувати виробництво/технологічний процес.

Відрізняє фірму IFM Electronic і щонайширший асортимент сенсорів спеціально виготовлених і спроектованих для застосування в харчовій промисловості. Практично всі сенсори IFM Electronic виробляються на заводах в Німеччині. Компанія IFM Electronic величезне значення надає науково-технічній дослідницькій роботі, що проявляється в нових, інноваційних продуктах, які постійно оновлюються. Устаткування IFM Electronic регулярно завойовує міжнародні престижні винагороди в області інженерії за свої оригінальні технічні рішення.

При виборі сенсорів IFM Electronic варто звернути увагу на роз'єми, що поставляються, і кабелі власного виробництва. Роз'єми і кабелі виробництва IFM Electronic дозволять отримати надійне з'єднання і електричне підключення навіть в важких умовах експлуатації в харчовій і хімічній промисловостях.

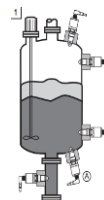
Деякі типи сенсорів, які випускаються сьогодні компанією IFM Electronic

Сенсори рівня рідини

На рис.1, а представлений зовнішній вигляд ємнісного сенсора рівня рідини LR300, принцип побудови якого в поширенні хвильоводом (стрижнем з нержавіючої сталі) електромагнітного імпульсу. На границі рідини частина імпульсу відбивається в зворотному напрямку. Цей сенсор призначений для вимірювання рівня води, мастильно-охолоджуючих рідин на водяній основі.



а)



б)

Рис.1. Зовнішній вигляд сенсорів рівня рідини виробництва IFM Electronic а) типу LR300, б) типу LMT.

Figure 1. Appearance of liquid level sensors manufactured by IFM Electronic а) type LR300, б) type LMT

На рис.1, б представлений зовнішній вигляд бінарного сенсора рівня LMT, принцип роботи якого – імпеданс на спектроскопія. Оцінюється електричний опір середовища в частотному діапазоні 50 і 200 МГц.

Сенсори потоку рідини

На рис.2, а представлений зовнішній вигляд сенсора потоку рідини SA5000, який використовує калориметричний метод. Діапазон вимірювання швидкості потоків: рідини - 0,05...3 м/с, газу - 2...100 м/с. Похибка вимірювання – $\pm 7\%$. Діапазон вимірювання температури - $-20...+90\text{ }^{\circ}\text{C}$.



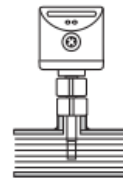
а)



б)



в)



г)

Рис.2. Зовнішній вигляд сенсорів потоку рідини виробництва IFM Electronic

а) типу SA5000; б) типу SV4204; в) типу SM6000; г) типу SI5000.

Figure 2. Appearance of liquid flow sensors manufactured by IFM Electronic

а) type SA5000; б) type SV4204; в) type SM6000; г) type SI5000

Принцип роботи сенсора потоку рідини типу SV4204 (рис.2, б) – вихровий. Діапазон вимірювання: витрат – 1...20 л/хв, температури - $-10...90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Основна похибка вимірювання (в % від діапазону) – $\pm 2\%$.

Принцип роботи сенсора потоку рідини типу SM6000 (рис.2, в) – електромагнітний, базується на явищі електромагнітної індукції Фарадея. Діапазони вимірювання: витрат – 0...25 л/хв., температури - $-10...90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Основна похибка вимірювання – $\pm 2,5\%$.

Принцип роботи сенсора потоку рідини типу SI5000 (рис.2, г) – калориметричний. Він призначений для контролю потоків рідких та газоподібних середовищ.

Сенсор вібрації

На рис.3 представлений зовнішній вигляд сенсора вібрації типу VNB001, принцип роботи якого – ємнісний (MEMS акселерометр). Сенсор вимірює середню швидкість вібрації. Діапазон вимірювання – 0...500 м/с. Частотний діапазон – 2...1000 Гц. Похибка вимірювання – $\pm 3\%$. Він має аналоговий та цифровий виходи.



*Рис.3. Зовнішній вигляд сенсора вібрації типу VNB001.
Figure 3. Appearance of vibration sensor of type VNB001*

Сенсор кута нахилу

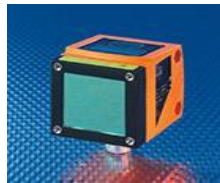
На рис.4 представлений зовнішній вигляд сенсора кута нахилу типу JN2200. Його принцип роботи - двохосовий інтегральний акселерометр, виконаний на основі MEMC-технології. Вимірювальні перетворювачі лінійного прискорення використовуються для вимірювання кутів нахилу тіл, сил інерції, ударних навантажень і вібрації. Діапазон вимірювання – $\pm 180^\circ$. Похибка вимірювання – $\leq \pm 0,5^\circ$. Відтворюваність показів – $\leq \pm 0,1^\circ$. Роздільна здатність – $0,05^\circ$. Інтерфейс IO-Link. Функція самоконтролю.



*Рис.4. Зовнішній вигляд сенсора кута нахилу типу JN2200.
Figure 4. Appearance of tilt angle sensor of type JN2200*

Сенсор вимірювання відстані

На рис.5 представлений зовнішній вигляд лазерного сенсора вимірювання відстані типу O1D100. Принцип його роботи – вимірювання часу проходження світлового променя. Діапазон вимірювання – 0,2...10м (для білої поверхні 200 x 200 мм, відбиття 90 %).



*Рис.5. Зовнішній вигляд сенсора вимірювання відстані типу O1D100.
Figure 5. Appearance of distance measuring sensor of type O1D100*

Сенсор вимірювання тиску

На рис.6 представлений зовнішній вигляд сенсора вимірювання тиску типу PN2096. Принцип його роботи – керамічний ємнісний акселерометр (MEMC). Діапазон вимірювання: - 0,125...2,5 бар / -1,8...36,25 psi / -12,5...250 кПа. Гістерезис $< \pm 0,1$. Повторюваність показів $< \pm 0,1$. Часова стабільність $< \pm 0,05$.



*Рис.6. Зовнішній вигляд сенсора вимірювання тиску типу PN2096.
Figure 6. Appearance of pressure measuring sensor of type PN2096*

Індуктивний сенсор

На рис.7 представлений зовнішній вигляд індуктивного сенсора типу IM5141. Принцип його роботи – індуктивний. Робоча зона – 1...26 мм; робоча напруга – 15...30 В. Споживання струму – < 20 мА. Повторюваність показів ± 2 %. Аналоговий вихід – 4...20 мА.



Рис.7. Зовнішній вигляд індуктивного сенсора типу IM5141.

Figure 7. Appearance of inductive sensor of type IM5141

Сенсор розпізнавання об'єктів

На рис.8 представлений зовнішній вигляд сенсора розпізнавання об'єктів типу O3D302. Принцип його роботи – вимірювання часу проходження променя. Сенсор освітлює об'єкт за допомогою внутрішнього джерела інфрачервоного світла й розраховує відстань за допомогою світла, відбитого від поверхні. Програмування сенсора здійснюється за допомогою програмно забезпечення IO-Link. Робоча відстань спрацьовування - 300...8000 мм. Максимальний діапазон вимірювання - 30 м. Кут огляду: 60° x 45° Роздільна здатність: 176 x 132 піксель. Максимальна частота опитування зображення – 25 Гц.



Рис. 8. Зовнішній вигляд сенсора розпізнавання об'єктів типу O3D302.

Figure 8. Appearance of objects recognition sensor of type O3D302

Інфрачервоний сенсор вимірювання температури

На рис.9 представлений зовнішній вигляд інфрачервоного сенсора вимірювання температури. Програмування сенсора здійснюється за допомогою програмно забезпечення IO-Link. Сенсор контролює (вимірює) температуру дуже гарячих об'єктів або об'єктів у важкодоступних місцях. Сенсор безконтактно визначає інфрачервоне випромінювання об'єктів, перетворює його в електричний сигнал і відображає на цифровому індикаторі виміряне значення температури. Окрім того видає аналоговий вихідний сигнал 4...20 мА. Випромінювальна здатність залежить від матеріалу об'єкта і його поверхні. Для отримання точних результатів вимірювання, коефіцієнт випромінювання об'єкту необхідно запрограмувати на сенсорі. Діапазон вимірювання: 0...999,5 °C (32...1831 °F). Точність: $\pm 1\%$ виміряного значення температури, але не менше 2 К (рівень випромінювання = 1, T = 23°C).



Рис.9. Зовнішній вигляд інфрачервоного сенсора вимірювання температури TW2000.

Figure 9. Appearance of infrared temperature measuring sensor

Мета роботи. Використання сенсорів виробництва IFM Electronic в навчальному процесі в новоствореній лабораторії первинних перетворювачів фізичних величин на кафедрі IBT НУ “Львівська політехніка”

Результати використання сенсорів виробництва IFM Electronic в лабораторії первинних перетворювачів фізичних величин на кафедрі IBT НУ “Львівська політехніка”. На кафедрі інформаційно-вимірювальних технологій Інституту комп'ютерних технологій, автоматики та метрології Львівської політехніки завершується облаштування спеціальної навчально-дослідницької лабораторії первинних перетворювачів фізичних величин.

Всесвітньовідома фірма IFM Electronic (Німеччина) в кооперації з громадською благодійною організацією Н.О.Р.Е. - we help children e.V. (Німеччина) безоплатно передали кафедрі IBT низку найсучасніших промислових сенсорів і спеціального програмного забезпечення IO-Link. Забезпечено всі умови для вивчення студентами фізичних засад функціонування та набуття практичних навичок роботи з сенсорами.

На сьогоднішній день створено 9 лабораторних макетів з використанням сенсорів IFM Electronic

Лабораторна робота № 1 (рис.10) призначена для аналізу, вивчення принципів роботи і вимірювання витрат і швидкості потоку рідини. Використовуються сенсори **SA5000, SV4204, SM6000, SI5000**, функціонування яких базується на різних фізичних ефектах. В результаті виконання лабораторної роботи студенти зможуть здійснити вимірювання швидкості руху рідини в трубопроводі, порівняти результати вимірювання отримані на сенсорах побудованих на різноманітних фізичних ефектах.

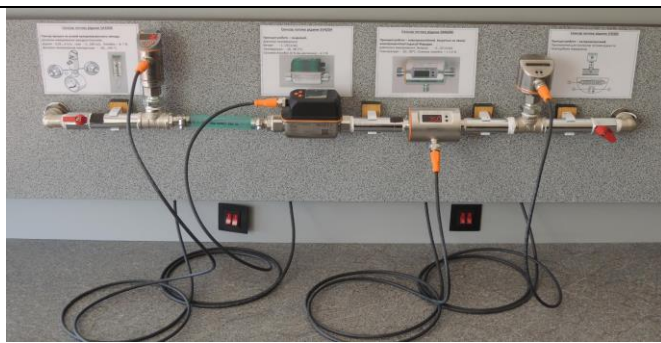


Рис. 10. Лабораторний макет №1.
Figure 10. Laboratory model №1.

Лабораторна робота № 2 (рис.11) показує можливості сенсора кута повороту (інклінометра). Використано сенсор типу **JN2200**. В результаті виконання лабораторної роботи студенти зможуть зробити вимірювання кута повороту об'єкту в двох площинах ($\pm 180^\circ$), порівняти результати вимірювання з показами, наприклад, транспортера.

Налаштування технічних параметрів, діапазону вимірювання сенсора і виведення результатів вимірювання здійснюється за допомогою програмного забезпечення ІО-Link і персонального комп'ютера. Окрім цього вихідний сигнал може бути представлений в аналоговій уніфікованій формі 4...20 мА.

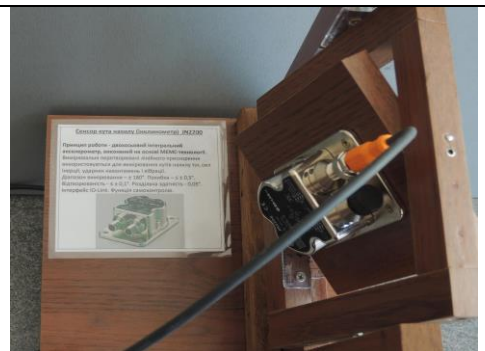


Рис. 11. Лабораторний макет №2
Figure 11. Laboratory model №2.

Лабораторна робота № 3 (рис.12) призначена для роботи з терморезистивними сенсорами температури. Використано сенсори типу **TD2241**. Лабораторний макет спроектовано таким чином, що студент знімає покази інтелектуального сенсора температури до нагрівача, який встановлено всередині трубопроводу через який прокачується повітря і покази аналогічного сенсора, розташованого на деякій відстані після нагрівача.

В результаті виконання лабораторної роботи студенти зможуть не тільки отримати навички вимірювання температури, але й при відповідній теоретичній підготовці розрахувати швидкість руху повітряного потоку в трубопроводі.



Рис. 12. Лабораторний макет №3
Figure 12. Laboratory model №3.

Лабораторна робота № 4 (рис.13) призначена для роботи з лазерними сенсорами вимірювання відстані. Використано сенсори типу **O1D100** і **O1D250**. В результаті виконання лабораторної роботи студенти: знайомляться з принципом роботи лазерних сенсорів вимірювання відстані; проводять вимірювання відстані шляхом переміщення досліджуваної поверхні за допомогою мікрометричного гвинта; здійснюють відлік показів вимірювання сенсором, що обладнаний цифровим індикатором і сенсором без цифрового індикатора, порівнюють результати отриманих вимірювань

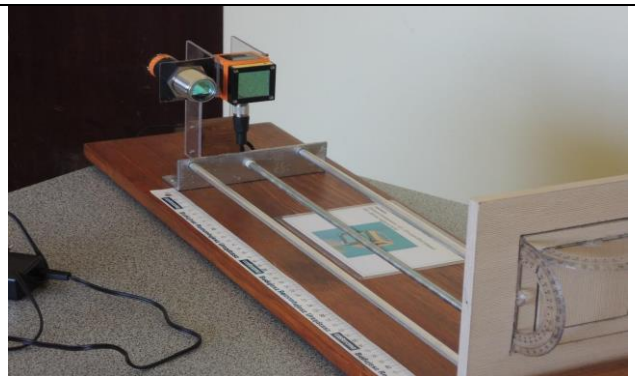


Рис. 13. Лабораторний макет №4
Figure 13. Laboratory model №4.

Лабораторна робота № 5 (рис.14) дає можливість досліджувати вимірювання рівня речовини за допомогою сенсорів рівня.

Використано сенсори типу **LR3000** і **LMT**. В результаті виконання лабораторної роботи студенти зможуть здійснювати вимірювання змінюючи рівень рідини в резервуарі, порівнюють результати вимірювання з показами зовнішнього показника рівня і оцінюють похибку вимірювання.



Рис. 14. Лабораторний макет №5
Figure 14. Laboratory model №5.

Лабораторна робота № 6 (рис.15) дає можливість досліджувати вібрацію об'єкту за допомогою сенсора вібрації **VNB001**.

В результаті виконання лабораторної роботи студенти вимірюють рівень вібрації об'єкту (електричного двигуна), частотний діапазон вібрації на різних швидкостях обертання двигуна. Оцінюють похибку вимірювання.



Рис. 15. Лабораторний макет №6
Figure 15. Laboratory model №6.

Лабораторна робота № 7 (рис.16) демонструє можливості оптичних 2D і 3D сенсорів. Використано сенсори типу **O2D220** і **O3D302**. В результаті виконання лабораторної роботи студенти знайомляться з принципом роботи оптичних 2D і 3D сенсорів. Оцінюють можливості використання сенсорів, наприклад, для відбракування дефектних деталей. Здійснюють вимірювання, оцінюють похибки. Лабораторна робота потребує використання програмного забезпечення IO-Link. Час потрібний для проведення лабораторної роботи - 2 пари.

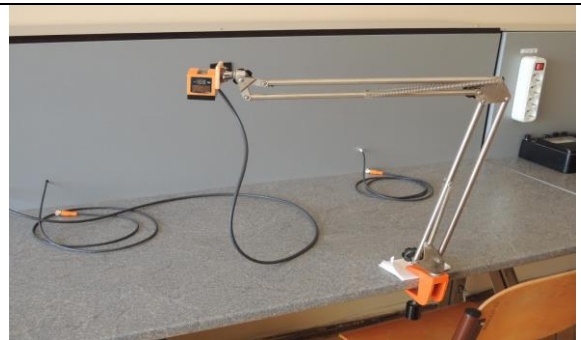


Рис. 16. Лабораторний макет №7
Figure 16. Laboratory model №7.

Лабораторна робота № 8 (рис.17) дозволяє провести вимірювання високих температур за допомогою інфрачервоного сенсора температури. Використано сенсор типу **TW2000**. В результаті виконання лабораторної роботи студенти здійснюють вимірювання температури робочого тіла, що знаходиться всередині печі, за допомогою безконтактного сенсора **TW2000**, порівнюють результати вимірювання температури з показами вимірювання температури за допомогою контактної термопари, розміщеної на робочому тілі. Оцінюють похибку вимірювання.

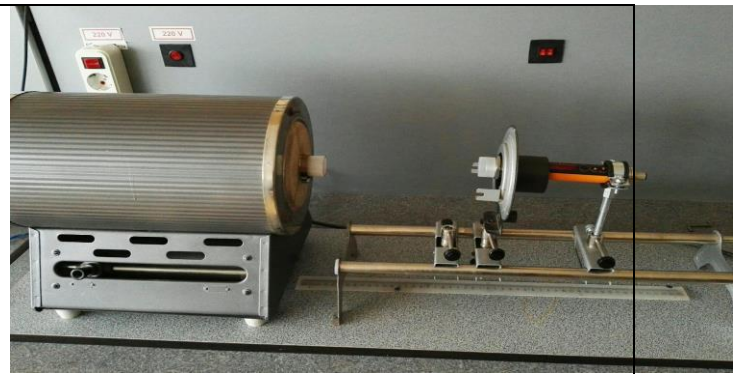


Рис. 17. Лабораторний макет №8
Figure 17. Laboratory model №8

Лабораторна робота № 9 (рис.18) дозволяє вимірювати швидкість і частоту обертання валу двигуна за допомогою сенсора **RUP500**. Під час виконання лабораторної роботи студенти налаштовують сенсор, вимірюють швидкість і частоту обертання валу двигуна, визначають роздільну здатність сенсора. Передбачена також можливість вимірювання вібрації устави внаслідок не співвісності валів енкадера і двигуна. В даному вимадку використовується ємнісний сенсор вібрації (мікромеханічний акселерометр) **VB1001**.

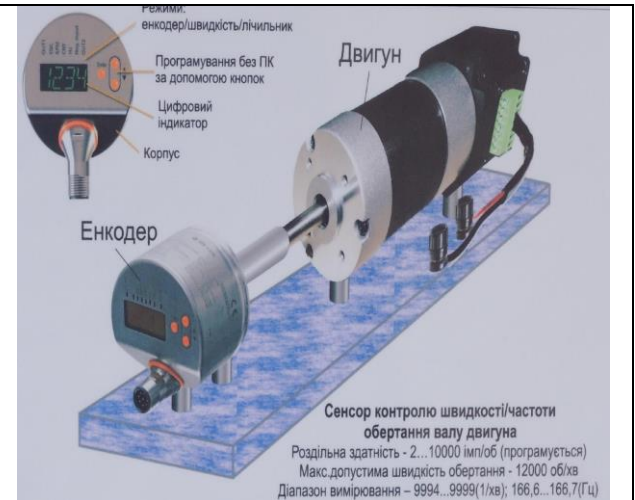


Рис. 18. Лабораторний макет №9
Figure 18. Laboratory model №9.

Висновки. Завдяки спонсорській допомозі компанії IFM Electronic обладнана найсучасніша навчально-дослідницька лабораторія первинних перетворювачів фізичних величин (сенсорів). Це дозволить унаочнити і суттєво покращити вивчення дисциплін "Методи та засоби вимірювання неелектричних величин" і "Первинні вимірювальні перетворювачі", ознайомити студентів напряду "Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології" з сучасними високоточними сенсорами і широкими можливостями їх використання.

Література

1. <https://www.ifm.com/ifmua/web/home.htm>
2. <http://karriere-familienunternehmen.de/firmenprofil-ifm/>
3. <http://www.die-erfolgs-strategie.de/aktien/weltmarktfuehrer/ifm-electronic-gmbh/>
4. <http://sensor365.ru/all-brands/ifm-electronic/>
5. <http://www.ifm.com/products>

References

6. <https://www.ifm.com/ua/ru/>
7. <http://karriere-familienunternehmen.de/firmenprofil-ifm/>
8. <http://www.die-erfolgs-strategie.de/aktien/weltmarktfuehrer/ifm-electronic-gmbh/>
9. <http://sensor365.ru/all-brands/ifm-electronic/>
10. <http://www.ifm.com/products>