



Study on Efficiency of Voltage Sensor ZMPT101B and Current Sensor SCT-013 for Application in Power Distribution Monitoring System of 0.4KV Transformer

Khamphone Volachit¹, Xaysamone Dittaphong², Phutsavanh Thongphanh³, Donekeo Lakanchanh⁴,
Keokanlaya Sihlath⁵ and Souksamai Insankeovilay⁶

Department of Electronics and Telecommunication Engineering, Faculty of Engineering, National University of Laos. Lao PDR

Abstract

In this research, performance testing was conducted on the ZMPT101B voltage sensor and the SCT-013 current sensor, which are single-phase AC electrical sensors, for application in a measurement and monitoring system for the energy output of 0.4 kV distribution transformers. For testing the voltage and current sensors, the electrical quantities were measured incrementally, and simultaneous measurements were taken using the standard measuring instruments of EDL. The results of both measurements were compared and analyzed to determine the accuracy and performance of the sensors. Subsequently, the findings were applied to develop a system for measuring and monitoring three-phase voltage and current of an actual distribution transformer. The system records and continuously reports data to an online central monitoring station 24 hours a day via a 4G mobile communication module, enabling real-time observation of phase voltages and currents for transformer monitoring purposes. Experimental results show that the average deviation of the voltage sensor across all three phases was 1.66 V compared with the standard measuring instrument, while the average deviation of the current sensor across all three phases was 0.036 A. For the implemented online measurement and monitoring system, installed on two real distribution transformers, successfully measured current and voltage values and transmitted the data to the central monitoring station. Analysis of the collected data allows determination of the periods of peak transformer current output as well as the current imbalance among the three phases.

Keywords: Current sensor, Voltage sensor, Efficiency, Transformer Phase

*Correspondence: Khamphone

Vilachit, Department of Electronics
and Telecommunication
Engineering, Faculty of Engineering,
National University of Laos, Tel:
+856 2022073734, Email:
khamphone.lvc@gmail.com

Article Info:

Submitted: July 22, 2025

Revised: September 10, 2025

Accepted: September 15, 2025

1. ພາກສະເໜີ

ປັດຈຸບັນໄຟຟ້າເປັນປັດໃຈໜຶ່ງທີ່ສໍາຄັນໃນການດໍາລົງຊີວິດ ປະຈຳວັນຂອງມະນຸດ ການສື່ສານ, ການຄົມມະນາຄົມ, ການໃຫ້ຄວາມ ຮູ້ການສຶກສາເປັນເງື່ອນໄຂສໍາຄັນຕໍ່ການພັດທະນາຊັບພະຍາກອນ ມະນຸດໃຫ້ມີປະສິດທິພາບໃນສັງຄົມ. ໄຟຟ້າເປັນຕົວແປສໍາຄັນໃນການ ພັດທະນາເສດຖະກິດການເພີ່ມຜົນຜະລິດກະສິກໍາ ແລະ ການຜະລິດອຸດ ສະຫະກໍາໃຫ້ມີຄວາມທັນສະໄໝ ສ້າງຂີດຄວາມສາມາດໃນການແຂ່ງ ຂັນທາງດ້ານການຜະລິດ ແລະ ການຂາຍສິນຄ້າ ເຊິ່ງເປັນເປົ້າໝາຍ ສໍາຄັນໃນການພັດທະນາເສດຖະກິດ. ການສົ່ງຈ່າຍພະລັງງານໄຟຟ້າພາຍ ໃນປະເທດລາວ ເປັນປັດໃຈມີຄວາມສໍາຄັນຫຼາຍໃນການພັດທະນາເສດ ຖະກິດ ແລະ ສັງຄົມ ໂດຍສະເພາະໃນເຂດຕົວເມືອງ ມີບົດບາດສໍາຄັນ ຫຼາຍ, ລະບົບການສົ່ງຫຼັກທີ່ຊົມໃຊ້ພາຍໃນຕົວເມືອງແມ່ນລະບົບແຮງ ດັນກາງ 22 KV (22,000V) ແລະ ແຮງດັນຕໍ່າ 0.4 KV (400V) ເພື່ອຕອບສະໜອງໃຫ້ກັບປະຊາຊົນໃນການດໍາລົງຊີວິດປະຈຳວັນ ແລະ ປະກອບກິດຈະການຕ່າງໆ ເຊັ່ນ: ໂຮງງານອຸດສາຫະກໍາ, ໂຮງໝໍ, ໂຮງ ແຮມ, ສະຖາບັນ, ອົງການຕ່າງໆ ແລະ ທີ່ຢູ່ອາໄສເປັນຕົ້ນ ເຫັນວ່າການ ຊົມໃຊ້ໄຟຟ້າມີການຂະຫຍາຍຕົວຂຶ້ນຢ່າງວຽວໄວ ຈາກຂໍ້ມູນສະຖິຕິ

(ສູນບໍລິການໄຟຟ້າເມືອງໄຊທານີ, 2021), ໃນປີ 2017 ມີຈໍານວນໜັ້ນ ນັບໄຟທັງໝົດ: 60,930 ໜ່ວຍ, ພະລັງ ງານສົ່ງອອກຕໍ່ປີແມ່ນ 131,839,759 KWH, ປີ 2021 ມີຈໍານວນໜັ້ນນັບໄຟເພີ່ມຂຶ້ນ 79,930 ໜ່ວຍ, ພະລັງງານສົ່ງອອກຕໍ່ປີແມ່ນ 192,208,455 KWH, ຄິດເປັນອັດສະນະອ່ອຍໜັ້ນນັບໄຟເພີ່ມ 24.05% ແລະ ພະລັງງານສົ່ງອອກ ແມ່ນເພີ່ມຂຶ້ນ 31.40%.

ການຂະຫຍາຍຕົວຂອງຜົນລະເມືອງໄດ້ສົ່ງຜົນຕໍ່ການຈ່າຍ ກໍາລັງໜັ້ນແປງໂດຍກົງ ແລະ ເກີດໃຫ້ມີບັນຫາແປງໜັ້ນແປງໂຫມ້, ນໍ້າມັນເຊື້ອມ, ກະແສ Overload ແລະ ເຮັດສາຍຕາຂາຍ 0.4 KV ເປື້ອນ ຍ້ອນວ່າ ບໍ່ມີລະບົບຕິດຕາມໂຫມ້ການໃຊ້ງານຂອງໜັ້ນແປງ, ບໍ່ມີ ລະບົບກວດຈັບກະແສການໃຊ້ງານໃນຕົວຈິງ, ບໍ່ມີຖານຂໍ້ມູນໃນເວລາ ທີ່ຕິດຕັ້ງໜັ້ນນັບໄຟໃໝ່, ແຫຼ່ງຂໍ້ມູນຂອງສູນແມ່ນເກັບກໍາປີຕໍ່ປີບໍ່ມີ ລະບົບທີ່ສົ່ງຂໍ້ມູນແບບຕໍ່ເນື່ອງຈາກຂໍ້ມູນສະຖິຕິໜັ້ນແປງຂອງ (ໄຟຟ້າ ນະຄອນຫຼວງ, 2021) ດັ່ງລາຍລະອຽດສະແດງໃນຕາຕະລາງທີ 1. ຈາກ ບັນຫາດັ່ງກ່າວ ຈຶ່ງເກີດຜົນກະທົບໂດຍກົງ ຕໍ່ປ້ອມໜັ້ນແປງໃນເຂດຕົວ ເມືອງ (ເວົ້າສະເພາະແມ່ນເມືອງໄຊທານີ ນະຄອນຫຼວງວຽງຈັນ) ໄດ້ ເກີດໜັ້ນແປງໂຫມ້ເນື່ອງຈາກກະແສເກີນ (Overload) ຈໍານວນ 32

ກໍລະນີ ຄິດເປັນ 5.7% ສິ່ງຜິດເຮັດໃຫ້ສາຍຕາຂາຍ 0.4 KV ເປື້ອຍ ຍ້ອນວ່າບໍ່ມີອຸປະກອນຕິດຕາມ ແລະ ກວດກາການຈ່າຍກຳລັງໜ້ແປງ ແຕ່ຈຸດ. ການກວດກາແມ່ນຍັງນຳໃຊ້ຄືນເປັນຜູ້ແທກຕົວຈິງ ເພື່ອລາຍ ງານເຂົ້າຖານຂໍ້ມູນປະຈຳປີ ເຊິ່ງຄ່າທີ່ວັດແທກມາບໍ່ມີຄວາມສັດເຈນເທົ່າ ທີ່ຄວນ ຍ້ອນວ່າເກັບຄ່າວັດແທກພຽງຄັ້ງດຽວ ແລະ ບໍ່ຮູ້ກຳລັງຊົມໃຊ້ ໄຟສູງສຸດຢູ່ໃນໄລຍະໃດ.

ການຕິດຕາມການຊົມໃຊ້ພະລັງງານໄຟຟ້າທັງແບບອອນໄລ ໂດຍນຳໃຊ້ເຕັກໂນໂລຊີ IoT (Guru, I, 2020) ຈິ່ງເປັນຫົວຂໍ້ໜຶ່ງທີ່ ນັກຄົ້ນຄວ້າທັງພາຍໃນ ແລະ ຕ່າງປະເທດໃຫ້ຄວາມສົນໃຈ ເພື່ອໃຫ້ ສາມາດຮູ້ໄດ້ເຖິງພຶດຕິກຳ ແລະ ປະລິນມານພະລັງງານໄຟຟ້າທີ່ໃນໃນ ແຕ່ລະວັນ, ເດືອນ ແລະ ປີ. (Orphomma et al., 2019) ໄດ້ເຮັດ ການຄົ້ນຄວ້າກ່ຽວກັບ ລະບົບຕິດຕາມການຊົມໃຊ້ພະລັງງານໄຟຟ້າ ແບບອັດຕະໂນມັດໂດຍໃຊ້ IoT ທີ່ສາມາດສະແດງຄ່າການຊົມໃຊ້ ພະລັງງານໄຟຟ້າແບບເວລາຈິງ (Realtime) ແລະ ຍັງສາມາດເບິ່ງຄ່າ ຕ່າງໆ ຍ້ອນຫຼັງໄດ້ ເພື່ອເປັນຕົວຊ່ວຍໃນການບໍລິຫານຈັດການການ ຊົມໃຊ້ພະລັງງານໄຟຟ້າຢ່າງປະຢັດ. ນອກຈາກນັ້ນຍັງສາມາດນຳລະບົບ ດັ່ງກ່າວໄປພັດທະນາຕໍ່ເພື່ອເປັນມີເຕີອັດຕະໂນມັດໃນລະບົບໄຟຟ້າອື່ນໆ ໄດ້. (Saputra et al., 2023) ຈາກປະເທດອິນໂດເນເຊຍ ໄດ້ເຮັດ ການຄົ້ນຄວ້າໃນຫົວຂໍ້ “Electricity power monitoring based on internet of things” ໄດ້ນຳໃຊ້ເຊັນເຊີ PZEM-004T ຮ່ວມກັບ ໄມໂຄຄອນໂທນເລີ Arduino ແລະ WMOS D1 mini ເພື່ອສົ່ງຂໍ້ ມູນສະແດງຜິດດ້ວຍ Blynk IoT ເປັນລະບົບຕິດຕາມການຊົມໃຊ້ ພະລັງງານແບບເວລາຈິງເຊັ່ນດຽວກັນ. ໃນລະດັບການຕິດຕາມການ ຊົມໃຊ້ພະລັງງານໃນຂອບເຂດທີ່ກວ້າງຂຶ້ນ (Songkot & Monthon, 2010) ໄດ້ນຳສະເໜີການຄົ້ນຄວ້າກ່ຽວກັບ ເຄື່ອງກວດຈັບການເຮັດ ວຽກຂອງໜ້ແປງໄຟຟ້າໃນລະບົບຈຳໜ່າຍ ເຊິ່ງໃຊ້ຫຼັກການທຳງານຂອງ ເຄື່ອງວັດແທກ ແລະ ສິ່ງຂໍ້ມູນຕ່າງໆ ເຊັ່ນ: ແຮງດັນໄຟຟ້າຕົກ, ແຮງດັນ ໄຟຟ້າເກີນ ເຊິ່ງເປັນສາເຫດທີ່ເຮັດໃຫ້ໜ້ແປງໄຟຟ້າບໍ່ສາມາດຈ່າຍ ກະແສໄຟຟ້າໄດ້ຕາມປົກກະຕິ, ເຄື່ອງວັດແທກຈະທຳການສົ່ງຂໍ້ມູນ ຕ່າງໆ ຜ່ານເຄືອຂ່າຍໂທລະສັບເຄື່ອນທີ່ເປັນແບບຂໍ້ຄວາມສັ້ນ SMS ໄປທີ່ໂທລະສັບເຄື່ອນທີ່ແລ້ວສົ່ງຂໍ້ມູນເຂົ້າເຄື່ອງຄອມພິວເຕີເພື່ອເຮັດ ການປະມວນຜົນ ພ້ອມທັງບັນທຶກຂໍ້ມູນຕ່າງໆ ໄວ້ທີ່ສູນຄວບຄຸມ ແລະ ສູນຄວບຄຸມຈະສົ່ງການໄປທີ່ໜ່ວຍປະຈຳການໃກ້ກັບຈຸດເກີດບັນຫາ ເຮັດໃຫ້ການແກ້ໄຂບັນຫາກະແສໄຟຟ້າຂັດຂ້ອງໄດ້ຢ່າງສະດວກ ແລະ ວ່ອງໄວ ສິ່ງຜິດໃຫ້ການຈ່າຍກະແສໄຟຟ້າມີປະສິດຖິພາບ ແລະ ມີ ຄວາມໝັ້ນຄົງຫຼາຍຂຶ້ນ. ນອກຈາກນັ້ນຍັງມີທ່ານ (Pawar et al., 2017) ໄດ້ນຳສະເໜີລະບົບຕິດຕາມຄ່າຕົວປ່ຽນຕ່າງໆ ຂອງໜ້ແປງ ໄຟຟ້າ ເຊິ່ງລະບົບດັ່ງກ່າວຈະປະກອບມີ 2 ພາກສ່ວນຄື: ພາກສ່ວນ ສະຖານີວັດແທກ ຫຼື ສະຖານີຄວບຄຸມໄລຍະໄກ (Remote Terminal Unit: RTU) ແລະ ພາສ່ວນເຝົ້າຕິດຕາມ (Monitoring Unit), ສຳລັບໃນສ່ວນຂອງ RTU ຈະປະກອບມີເຊັນເຊີວັດແທກຄ່າຕ່າງເຊັ່ນ: ກະແສໄຟຟ້າ, ອຸນຫະພູມ, ລະດັບຂອງນ້ຳມັນໜ້ແປງ, ການສັ່ນ ສະເທືອນ ແລະ ຄວາມຊຸ່ມໂດຍນຳໃຊ້ຕົວປະມວນຜົນກາງແມ່ນ ໄມໂຄ ຄອນໂທນເລີ PIC 18F4550. ຄ່າຕົວປ່ຽນຕ່າງໆ ຈະຖືກກວດວັດ ແລະ ຖືກສົ່ງລາຍງານຄ່າຕ່າງໆ ໄປຍັງສູນກາງຜ່ານບໍລິການ GPRS ເພື່ອສະແດງເທິງໜ້າເວັບໄຊ ແຕ່ຖ້າເມື່ອມີຄ່າໃດໜຶ່ງຜິດປົກກະຕິທຽບ ກັບຄ່າທີ່ຕັ້ງໄວ້ ລະບົບກໍຈະສົ່ງຂໍ້ຄວາມແຈ້ງເຕືອນໄປຍັງໂທລະສັບ ເຄື່ອນທີ່ຂອງຜູ້ປະຈຳການທັນທີ ອີກຝາກໜຶ່ງໃນສ່ວນຂອງ RTU ກໍ ຈະມີສຽບ Buzzer ດັ່ງພ້ອມທັງໄຟສະແດງສະຖານະເມື່ອມີສິ່ງຜິດ ປົກກະຕິຂອງຄ່າຕົວປ່ຽນຂອງໜ້ແປງເກີດຂຶ້ນ. (Ramesh et al.,

2022) ໄດ້ນຳສະເໜີບັນຫາໃນລັກສະນະດຽວກັນຄື ໜ້ແປງໄຟຟ້າຈຳ ໜ່າຍແມ່ນສ່ວນສຳຄັນຂອງເຄືອຂ່າຍໄຟຟ້າ ແຕ່ເນື່ອງຈາກຄວາມ ຕ້ອງການໃຊ້ງານພະລັງງານໄດ້ເພີ່ມຂຶ້ນຢ່າງໄວວາ ສິ່ງຜິດໃຫ້ໜ້ແປງ ເກີດຄວາມເສຍຫາຍເນື່ອງຈາກໂຫລດເກີນ, ລະບົບລະບາຍຄວາມຮ້ອນ ເຊື້ອມຄຸນ ເນື່ອງຈາກອາຍຸໃຊ້ງານໂດຍລວມຂອງໜ້ແປງຫຼຸດລົງ ປະກອບກັບການຕິດຕາມ ແລະ ບຳລຸງຮັກສາໜ້ແປງແມ່ນບໍ່ມີປະສິດຖິ ພາບ, ລະບົບ SCADA ທີ່ມີແມ່ນບໍ່ທົ່ວເຖິງ ເພື່ອແກ້ໄຂບັນຫາເຫຼົ່ານີ້, ການຄົ້ນຄວ້າໄດ້ສະເໜີລະບົບ IoT ສຳລັບການຕິດຕາມໂຫລດໜ້ແປງ ໄຟຟ້າຈຳໜ່າຍ ແລະ ການກວດຈັບຄວາມຜິດປົກກະຕິແບບ Real- time. ລະບົບການຕິດຕາມນີ້ປະກອບມີ Gateway IoT ທີ່ມີຄ່າໃຊ້ ຈ່າຍຕ່ຳ ແລະ ຊຸດເຊັນເຊີທີ່ສາມາດເກັບຂໍ້ມູນໂຫລດໄຟຟ້າແບບສາມເຟດ , ຂໍ້ມູນກ່ຽວກັບລະດັບນ້ຳມັນ ແລະ ອຸນຫະພູມຂອງໜ້ແປງໄຟຟ້າ. ຂໍ້ ມູນຖືກສົ່ງໂດຍໃຊ້ ຫຼັກການຂອງລະບົບ MQTT ຄື Publish/Subscribe ໄປຫາລະບົບ IoT ທີ່ໃນ Cloud ແລະ ຖືກ ບັນທຶກໄວ້ໃນຖານຂໍ້ມູນ ຫຼັງຈາກການປະມວນຜົນ ເພື່ອໃຊ້ໃນການ ຕິດຕາມ, ວິເຄາະ ແລະ ແຈ້ງເຕືອນ.

ຈາກຄວາມໝາຍ ແລະ ສຳຄັນທີ່ໄດ້ກ່າວມາ ດັ່ງນັ້ນ, ບົດ ຄົ້ນຄວ້າໃນຫົວຂໍ້ “ສຶກສາປະສິດທິພາບຂອງເຊັນເຊີວັດແທກແຮງດັນ ໄຟຟ້າ ZMPT101B (Thaieasyelec, 2023b) ແລະ ເຊັນເຊີ ວັດແທກກະແສໄຟຟ້າ SCT-013 (Thaieasyelec, 2023a) ເພື່ອ ປະຍຸກໃຊ້ງານໃນລະບົບຕິດຕາມການຈ່າຍພະລັງງານຂອງໜ້ແປງ ພາກ 0.4KV” ທີ່ນຳສະເໜີ ຈະເປັນການທົດສອບປະສິດທິພາບຂອງເຊັນເຊີ ກະແສ ແລະ ແຮງດັນໄຟຟ້າ ທີ່ຈະນຳມາສ້າງເປັນລະບົບຕົ້ນແບບຂອງ ການວັດແທກ, ຕິດຕາມ ຄ່າກະແສ ແລະ ແຮງດັນໄຟຟ້າ 3 ເຟດຂອງໜ້ ແປງທີ່ຕິດຕັ້ງຕົວຈິງ ເພື່ອບັນທຶກ ລາຍງານໄປຍັງສູນກາງຕິດຕາມແບບ ເວລາຈິງ ຕໍ່ເນື່ອງ 24 ຊົ່ວໂມງ ດ້ວຍໂມດູນສື່ສານເຄືອຂ່າຍໂທລະສັບ ເຄື່ອນທີ່ 3G/4G (Thaieasyelec, 2023c) ໃຫ້ສາມາດຮູ້ໄດ້ເຖິງແຮງ ດັນ ແລະ ກະແສແຕ່ລະເຟດຂອງໜ້ແປງຈຸດດັ່ງກ່າວ ເພື່ອໃຊ້ໃນການ ຕິດຕາມ, ແຈ້ງເຕືອນ ແລະ ວິເຄາະຫາຊ່ອງເວລາຂອງການໃຊ້ກະແສ ໄຟຟ້າສູງສຸດໄດ້ ດັ່ງສະແດງໃນແຜນຜັງດັ່ງຮູບພາບທີ 1 ເພື່ອເປັນຂໍ້ມູນ ສ່ວນໜຶ່ງໃຫ້ກັບພາກສ່ວນໜ່ວຍບໍລິການໄຟຟ້າ.

2. ອຸປະກອນ ແລະ ວິທີການຄົ້ນຄວ້າ

2.1 ເຄື່ອງມືທີ່ໃຊ້ໃນການເກັບຂໍ້ມູນ

ອຸປະກອນທີ່ໃຊ້ໃນບົດຄົ້ນຄວ້າຈະເປັນລະບົບທີ່ປະກອບວົງ ຈອນຂຶ້ນມາແລ້ວຂຽນໂປຣແກມຄວບຄຸມ ໂດຍຈະມີໄມໂຄຄອນໂທນ ເລີ ATmega2560 ເປັນຕົວປະມວນຜົນກາງແບບດຽວກັບບົດ ຄົ້ນຄວ້າຂອງ (Parmanee et al., 2024), ນຳໃຊ້ເຊັນເຊີ SCT-013- 010 (Non-Invasive Current Sensor) ເປັນຕົວວັດແທກກະແສ ໄຟຟ້າ ແລະ ເຊັນເຊີ ZMPT101B (Single Phase Voltage Sensor) ເປັນຕົວວັດແທກແຮງດັນໄຟຟ້າໃນສ່ວນຂາອອກຂອງໜ້ແປງ ໄຟຟ້າຂອງແຕ່ລະເຟດ. ສຳລັບການເກັບຂໍ້ມູນໃນການຄົ້ນຄວ້າຈະມີ 3 ຮູບແບບຄື: ① ໃນສ່ວນຂອງການທົດສອບເຊັນເຊີ ຫຼື ການ Calibration ຈະໃຊ້ວິທີການສັງເກດແລ້ວຈິດບັນທຶກ, ② ການ ບັນທຶກຢູ່ໃນສ່ວນຂອງສະຖານີວັດແທກແມ່ນຈະນຳໃຊ້ Micro SD Card ເປັນ Data Logger ແລະ ③ ການຕິດຕາມແບບອອນໄລແມ່ນ ຈະນຳໃຊ້ໂມດູນ 4G (Khongsomboon et al., 2023) ໃນການສົ່ງ ຂໍ້ມູນໄປຍັງ Firebase (Google Server) ແລ້ວໃຊ້ Node-Red (Nick O'Leary & Dave Conway-Jones, 2013) ໃນການສ້າງ GUI ເພື່ອສ້າງໜ້າຕ່າງສະແດງຜົນ ແລະ ບັນທຶກລົງໃນຄອມພິວເຕີ.

2.2 ວິທີການເກັບຂໍ້ມູນ

ການຄົ້ນຄວ້າຈະແບ່ງອອກເປັນ 2 ຊ່ວງຫຼັກຄື: ການທົດສອບ ເຊັ່ນເຊີ ແລະ ການຕິດຕາມການຈ່າຍໄຟຟ້າຂອງໜ້ແປງຈຳໜ່າຍ 0.4KVA ສະຖານທີ່ຕົວຈິງ. ຊ່ວງທຳອິດໃນການທົດສອບເຊັ່ນເຊີ ວັດແທກແຮງດັນ ແລະ ກະແສໄຟຟ້າ ໂດຍເຮັດການປຽບທຽບກັບ ເຄື່ອງວັດແທກມາດຕະຖານຂອງໄຟຟ້າລາວ, ສຳລັບການທົດສອບເຊັ່ນ ເຊີວັດແທກແຮງດັນໄຟຟ້າ ຈະນຳໃຊ້ໜ້ແປງປັບຄ່າ (Variable Transformer) ເປັນຕົວຈ່າຍແຮງດັນໄຟຟ້າອອກມາລະຫວ່າງ 110V ຫາ 220V ໂດຍເພີ່ມຂຶ້ນເທື່ອລະ 10V ຈາກນັ້ນໃຊ້ເຊັ່ນເຊີ ແລະ ເຄື່ອງ ວັດແທກມາດຕະຖານເຮັດການວັດແທກແຮງດັນໄຟຟ້າຈຳນວນ 10 ຄັ້ງ ໃນແຕ່ລະຊ່ວງ ແລ້ວຈົດບັນທຶກລົງໃນຕາຕະລາງ. ສຳລັບການທົດສອບ ເຊັ່ນເຊີວັດແທກກະແສໄຟຟ້າ ແມ່ນໄດ້ທຳການປະກອບແຜງໂຫຼດຕົວ ຊົມໃຊ້ກະແສໄຟຟ້າ ໂດຍນຳໃຊ້ດອກໄຟປ້ອມຂະໜາດ 100W ຈຳນວນ 24 ດອກ, ທຳການເປີດໃຊ້ງານເທື່ອລະດອກແລ້ວນຳໃຊ້ເຊັ່ນ ເຊີ ແລະ ເຄື່ອງວັດແທກມາດຕະຖານວັດແທກຄ່າກະແສໄຟຟ້າດັ່ງ ສະແດງໃນຮູບພາບທີ 2

ຊ່ວງທີສອງ ຈະເປັນການສ້າງລະບົບວັດແທກຕົວຈິງຫຼັງຈາກທີ່ ທົດສອບເຊັ່ນເຊີແລ້ວ ດັ່ງແຜນພາບລວມຂອງລະບົບດັ່ງສະແດງໃນພາບ ທີ 3 ລົງໄປຕິດຕັ້ງໃສ່ລະບົບໜ້ແປງ ຂອງຕ່າງຂາຍໄຟຟ້າ 0.4KV ຕົວຈິງ ໃນເຂດເມືອງໄຊທານີ, ນະຄອນຫຼວງວຽງຈັນ ໂດຍໄດ້ເລືອກເອົາ 2 ຈຸດ ຄື: ໜ້ແປງຈຳໜ່າຍຂະໜາດ 250KVA ທີ່ຕັ້ງຢູ່ບ້ານພະຂາວ ແລະ ໜ້ ແປງຂະໜາດ 500KVA ທີ່ຕັ້ງຢູ່ບ້ານຊ້າງຄູ. ລະບົບວັດແທກດັ່ງກ່າວ ຈະວັດແທກແຮງດັນໄຟຟ້າ ແລະ ກະແສໄຟຟ້າຂາອອກຂອງແຕ່ລະເຟດ ແລ້ວສົ່ງຂໍ້ມູນໄປຢັ້ງຢາຍເບດຄຣາວ (Firebase cloud) ທຸກໆ 1 ນາທີ ຜ່ານອິນເຕີເນັດຂອງໂມດູນ 4G ໃນຂະນະດຽວກັນກໍບັນທຶກຄ່າທີ່ອ່ານ ໄດ້ລົງໃນ Data Logger ແລະ ບັນທຶກຄ່າເປັນ Text file ລົງໃນ ຄອມພິວເຕີໃນຝັ່ງຂອງສູນກາງການຕິດຕາມ

2.3 ການວິເຄາະຂໍ້ມູນ

ສຳລັບການວິເຄາະໃນການທົດສອບເຊັ່ນເຊີແມ່ນນຳໃຊ້ຄ່າຂອງ ແຮງດັນ ແລະ ກະແສໄຟຟ້າ ທີ່ວັດແທກໄດ້ຈາກເຊັ່ນເຊີ ແລະ ເຄື່ອງມື ວັດມາດຕະຖານ ມາປຽບທຽບກັນດ້ວຍການຫາຄ່າຜິດດ່ຽງສະເລ່ຍ ໂດຍກົງ ຫຼື ເປີເຊັນຄວາມຖືກຕ້ອງ (Accuracy) ແລະ ນຳໃຊ້ວິທີ Correlation ເພື່ອວິເຄາະເບິ່ງຄວາມສຳພັນຂອງຜົນຮັບທີ່ໄດ້ຂອງເຄື່ອງ ວັດແທກ ແລະ ເຊັ່ນເຊີ, ຜົນທີ່ໄດ້ຮັບຈະຕ້ອງຢູ່ລະຫວ່າງ 0.9 ຫາ 1 (90% ຫາ 100%) ເພື່ອເປັນການຫຼຸດຜ່ອນຄ່າຜິດພາດທີ່ເກີດຂຶ້ນຈະ ນຳໃຊ້ການວັດແທກຄ່າ 10 ຄັ້ງແລ້ວຈົ່ງນຳມາຫາຄ່າສະເລ່ຍ. ສ່ວນ ລະບົບວັດແທກ ແລະ ຕິດຕາມຕົວຈິງແມ່ນຈະນຳຂໍ້ມູນທີ່ໄດ້ເພື່ອມາ ວິເຄາະຫາຊ່ວງເວລາຂອງການຊົມໃຊ້ກະແສໄຟຟ້າສູງສຸດ ແລະ ການ ຊົມໃຊ້ກະແສໄຟຟ້າຂອງແຕ່ລະເຟດໃນຮູບແບບຂອງເສັ້ນສະແດງ ແລະ ຄ່າຕົວເລກ.

3. ຜົນທີ່ໄດ້ຮັບ

ຈາກການທົດສອບເຊັ່ນເຊີວັດແທກແຮງດັນ ແລະ ກະແສ ໄຟຟ້າ ໂດຍທຳການປຽບທຽບກັບເຄື່ອງວັດແທກມາດຕະຖານ ດັ່ງ ສະແດງໃນຮູບພາບທີ 3 ພົບວ່າ ຄ່າຜິດດ່ຽງຂອງເຊັ່ນເຊີວັດແທກແຮງ ດັນໄຟຟ້າສະເລ່ຍແມ່ນ 1.84 V (Phase 1), 1.42V (Phase 2), 1.69V (Phase 3) ແລະ ມີຄ່າ Correlation ແມ່ນ 99.98% (Phase 1), 99.99% (Phase 2), 99.99% (Phase 3). ສຳລັບຄ່າຜິດດ່ຽງ ຂອງເຊັ່ນເຊີວັດແທກກະແສໄຟຟ້າສະເລ່ຍແມ່ນ 0.044A (Phase 1), 0.034A (Phase 2), 0.029A (Phase 3) ແລະ ມີຄ່າ Correlation ແມ່ນ 99.98% (Phase 1), 99.99% (Phase 2), 99.99% (Phase 3) ດັ່ງສະແດງໃນຮູບພາບທີ 3.

ຈາກຜົນຂອງການຕິດຕັ້ງລະບົບໃສ່ກັບໜ້ແປງໄຟຟ້າຈຳນວນ 2 ສະຖານີ ດັ່ງສະແດງໃນຮູບພາບທີ 4 ແລະ ເຮັດການເກັບບັນທຶກຄ່າການ ຈ່າຍກະແສໄຟຟ້າຂອງແຕ່ລະເຟດ 24 ຊົ່ວໂມງ ຕັ້ງແຕ່ເດືອນ 8/2024 ຫາ 12/2024 ໂດຍເຮັດການເລືອກເອົາຜົນ 3 ຊ່ວງຂອງແຕ່ລະເດືອນຄື ຕົ້ນເດືອນ (ວັນທີ 5), ກາງເດືອນ (ວັນທີ 15) ແລະ ທ້າຍເດືອນ (ວັນທີ 25) ດັ່ງສະແດງໃນຕາຕະລາງທີ 1 ພົບວ່າຄ່າກະແສສູງສຸດສະເລ່ຍຂອງ ແຕ່ລະເຟດແມ່ນ 57A (Phase1) ໃຊ້ໄປ 15.83%, 108.63A (Phase2) ໃຊ້ໄປ 30.17%, 86.20A (Phase3) ໃຊ້ໄປ 23.94% ສຳລັບສະຖານີວັດແທກທີ 1 ໜ້ແປງຂະໜາດ 250 KVA ແລະ 241.17A (Phase1) ໃຊ້ໄປ 33.50%, 286.83A (Phase2) ໃຊ້ໄປ 39.84%, 299.54A (Phase3) ໃຊ້ໄປ 31.88% ສຳລັບສະຖານີ ວັດແທກທີ 2 ໜ້ແປງຂະໜາດ 500KVA.

4. ວິພາກຜົນ

ຜົນທີ່ໄດ້ຮັບຈາກການທົດລອງ ເພື່ອທົດສອບເຊັ່ນເຊີເຫັນວ່າ ຄ່າຜິດດ່ຽງແມ່ນໜ້ອຍຫຼາຍເມື່ອນຳມາທຽບກັບເຄື່ອງວັດແທກ ມາດຕະຖານ ໂດຍເຊັ່ນເຊີວັດແທກແຮງດັນມີຄ່າຜິດດ່ຽງສະເລ່ຍທັງ 3 ເຟດ ແຕກຕ່າງຈາກເຄື່ອງວັດແທກພຽງ 1.66V, ສາມາດຄຳນວນຫາ ຄ່າເປີເຊັນຄວາມຖືກຕ້ອງ (%Accuracy) ສະເລ່ຍແມ່ນ 98.98% ເມື່ອປຽບທຽບໃສ່ກັບບົດຄົ້ນຄວ້າຂອງ (Abubakar et al., 2017) ໃນຊ່ວງແຮງດັນໄຟຟ້າທີ່ໃຊ້ວັດແທກດຽວກັນ (100 ຫາ 240V) ຈະ ພົບວ່າຄ່າຜິດດ່ຽງສະເລ່ຍຈະມີຄ່າ 1.55V ເມື່ອປຽບທຽບກັບເຄື່ອງມື ວັດແທກມາດຕະຖານ ແລະ ເຊັ່ນເຊີວັດແທກກະແສໄຟຟ້າມີຄ່າຜິດດ່ຽງ ສະເລ່ຍທັງ 3 ເຟດພຽງ 0.036A, ສາມາດຄຳນວນຫາຄ່າເປີເຊັນຄວາມ ຖືກຕ້ອງ (%Accuracy) ສະເລ່ຍແມ່ນ 98.25% ເມື່ອເບິ່ງຈາກບົດ ຄົ້ນຄວ້າຂອງ (Ismail & Sahari, 2024) ເຫັນວ່າ ຄ່າຜິດດ່ຽງຕ່ຳສຸດ ສະເລ່ຍແມ່ນ 0.025A ແລະ ຄ່າຜິດດ່ຽງສະເລ່ຍສູງສຸດແມ່ນ 0.39A.

ຜົນທີ່ໄດ້ຮັບຈາກການຕິດຕາມການຈ່າຍກະແສຂອງໜ້ແປງຂະ ໜາດ 250KVA ທີ່ຕິດຕັ້ງຢູ່ບ້ານພະຂາວ ແລະ 500KVA ທີ່ຕິດຕັ້ງຢູ່ ບ້ານຊ້າງຄູພົບວ່າ: ລະບົບສາມາດວັດແທກ, ບັນທຶກ ແລະ ລາຍງານມາ ຈຸດສູນກາງການຕິດຕາມແບບອອນໄລໄດ້. ສຳລັບໜ້ແປງຈຸດ ວັດແທກທີ 1 ຂະໜາດ 250KVA ການໃຊ້ກະແສສູງສຸດຈະຢູ່ໃນຊ່ວງ ແລງ ແລະ ຄ່າ ລະຫວ່າງ 18:00 ຫາ 23:00 ໂມງ ດັ່ງສະແດງໃນຮູບ ພາບທີ 5 ສາເຫດແມ່ນອາດເກີດຈາກຈຸດດັ່ງກ່າວແມ່ນເປັນເຂດທີ່ຢູ່ອາ ໃສທົ່ວໄປ, ເຊິ່ງມີກະແສສູງສຸດຈະແມ່ນ 132.4A ຂອງ Phase 2 ທີ່ ເວລາ 21:04 ໂມງ ຄິດເປັນ 36.78% ຂອງການຈ່າຍກະແສສູງສຸດ. ເມື່ອພິຈາລະນາດ້ານຄວາມສົມດຸນຂອງເຟດ (Phase Balance) ຈະ ພົບວ່າ Phase2 ຈະຈ່າຍກະແສສູງກວ່າ Phase3 ສະເລ່ຍຢູ່ທີ່ 22.43A ແລະ ສູງກວ່າ Phase1 ສະເລ່ຍຢູ່ທີ່ 51.63A. ສຳລັບໜ້ແປງຈຸດ ວັດແທກທີ 2 ຂະໜາດ 500KVA ການໃຊ້ກະແສສູງສຸດມີລັກສະນະ ກະຈາຍ ຈະຢູ່ໃນຊ່ວງປ່າຍ ຫາ ຄ່າ ລະຫວ່າງ 12:00 ຫາ 22:00 ໂມງ ດັ່ງສະແດງໃນຮູບພາບທີ 6 ສາເຫດແມ່ນອາດເກີດຈາກຈຸດດັ່ງກ່າວເປັນ ເຂດເສດຖະກິດມີຫ້າງຮ້ານ ແລະ ສຳນັກງານອາຄານຫຼາຍ ເຊິ່ງມີກະແສ ສູງສຸດຈະແມ່ນ 364.80A ຂອງ Phase2 ທີ່ເວລາ 15:58 ໂມງ ຄິດ ເປັນ 50.67% ຂອງການຈ່າຍກະແສສູງສຸດ. ເມື່ອພິຈາລະນາດ້ານ ຄວາມສົມດຸນຂອງເຟດ (Phase Balance) ຈະພົບວ່າ Phase2 ຈະ ຈ່າຍກະແສສູງກວ່າ Phase1 ສະເລ່ຍຢູ່ທີ່ 45.66A ແລະ ສູງກວ່າ Phase3 ສະເລ່ຍຢູ່ທີ່ 57.29A.

5. ສະຫຼຸບ

ຈາກການຄົ້ນຄວ້າ ແລະ ທົດສອບລະບົບມານັ້ນ ເຫັນວ່າ ເຊັ່ນ ເຊີກະແສ ແລະ ແຮງດັນໄຟຟ້າທີ່ນຳມາໃຊ້ແມ່ນມີຄວາມຖືກຕ້ອງສູງ

ສາມາດນຳມາໃຊ້ການວັດແທກໃນລະບົບໄຟຟ້າ 3 ເຟດໄດ້ເປັນຢ່າງດີ. ສ່ວນລະບົບວັດແທກ ແລະ ຕິດຕາມແບບອອນໄລທີ່ອອກແບບ ນຳມາ ຕິດຕັ້ງໃສ່ໃນໝໍ້ແປງໄຟຟ້າຈຳໜ່າຍຕົວຈິງທັງ 2 ຂະໜາດ ເຫັນວ່າ ລະບົບດັ່ງກ່າວສາມາດວັດແທກ ແລະ ສົ່ງຂໍ້ມູນໄປຍັງ Cloud ໄດ້ຢ່າງຕໍ່ ເນື່ອງ ເຮັດໃຫ້ສູນກາງການຕິດຕາມສາມາດສະແດງຄ່າຂອງກະແສ ແລະ ແຮງດັນຂອງໝໍ້ແປງແຕ່ລະຈຸດໄດ້ແບບເວລາປະຈຸບັນ ເຊິ່ງສິ່ງຜົນດີໃຫ້ ແກ່ໜ່ວຍບໍລິການຂອງໄຟຟ້າ ສາມາດເຝົ້າສັງເກດ ການເຮັດວຽກຂອງ ໝໍ້ແປງໄດ້ຢ່າງຕໍ່ເນື່ອງ. ດັ່ງນັ້ນ, ລະບົບທີ່ເຮັດການຄົ້ນຄວ້າແມ່ນມີ ຄວາມຖືກຕ້ອງສູງ ແລະ ສາມາດນຳໄປໃຊ້ງານຈິງ ໃນການຕິດຕາມການ ຈ່າຍກະແສໄຟຟ້າຂອງໝໍ້ແປງໃນລະບົບຕາຂ່າຍ 0.4KV.

6. ຂໍ້ຂັດແຍ່ງ

ຂ້າພະເຈົ້າໃນນາມຜູ້ຄົນຄວ້າວິທະຍາສາດ ຂໍປະຕິບັດຕົນວ່າ ຂໍ້ ມູນທັງໝົດທີ່ມີໃນບົດຄວາມວິຊາການດັ່ງກ່າວນີ້ ແມ່ນບໍ່ມີຂໍ້ຂັດແຍ່ງ ທາງຜົນປະໂຫຍດກັບພາກສ່ວນໃດ ແລະ ບໍ່ໄດ້ເອື້ອປະໂຫຍດໃຫ້ກັບ ພາກສ່ວນໃດພາກສ່ວນໜຶ່ງ, ກໍລະນີມີການລະເມີດ ໃນຮູບການໃດໜຶ່ງ ຂ້າພະເຈົ້າມີຄວາມຍິນດີ ທີ່ຈະຮັບຜິດຊອບແຕ່ພຽງຜູ້ດຽວ.

7. ຄຳຂອບໃຈ

ຂໍຂອບໃຈເປັນຢ່າງສູງມາຍັງ “ໂຄງການສ້າງຄວາມເຂັ້ມແຂງ ໃຫ້ແກ່ການພັດທະນາຊັບພະຍາກອນມະນຸດ ດ້ານວິສະວະກຳ ແລະ ເຕັກ ໂນໂລຊີ ເພື່ອການພັດທະນາອຸດສາຫະກຳ ໃນ ສປປ ລາວ” ພາຍໃຕ້ຫົນ ຂອງ JICA ທີ່ໄດ້ສະໜັບສະໜູນທາງດ້ານອຸປະກອນ ທີ່ໃຊ້ໃນງານ ຄົ້ນຄວ້າວິໄຈໃນຄັ້ງນີ້.

8. ເອກະສານອ້າງອີງ

ສູນບໍລິການໄຟຟ້າເມືອງໄຊທານີ. (2021). *ລາຍງານປະຈຳປີ 2017-2021*. ນະຄອນຫຼວງວຽງຈັນ.

ໄຟຟ້ານະຄອນຫຼວງ. (2021). *ຂໍ້ມູນສະຖິຕິຈຳນວນໝໍ້ນັບໄຟຟ້າ 2021*. ນະຄອນຫຼວງວຽງຈັນ.

Abubakar, I., Khalid, S.N., Mustafa, M.W., Shareef, H., Mustapha, M. (2017). Calibration of ZMPT101B Voltage Sensor Module using Polynomial Regression for Accurate Load Monitoring. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(4), 1076-1084, https://www.arpnjournals.org/jeas/research_papers/rp_2017/jeas_0217_5728.pdf.

Guru, I. (2020). *IoT Based Distribution Transformer Monitoring System*. Retrieved from innovatorsguru: <https://innovatorsguru.com/iot-based-transformer-monitoring-system>

Ismail, M. L., & Sahari, N. (2024). Real Time Energy Monitoring & Current Spikes Detection. *Progress in Engineering Application and Technology*, 5(1), 79-87, <https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/peat/article/view/14767>.

Khongsomboon, K., Sengthippani, T., Dittaphong, X., Phanthongsy, P., Panyanouvong, N., Insankeovilay, S., Phommasonlin, S., & Sisaat, K. (2023). The Development of a Fire Alarm

System which can Identify the Location of the Incident on Google map through the 4G Internet Network.

<https://doi.org/10.69692/SUJMRD0901188>.

Souphanouvong University Journal Multidisciplinary Research and Development, 9(1), 191–200, <https://www.su-journal.com/index.php/su/article/view/341>.

Nick O'Leary, Dave Conway-Jones. (2013). docs. Retrieved from nodered: <https://nodered.org/>

Orphomma, S., Soukhavong, S., Souvannalith, C., & Nanthavong, B. (2019). Smart Electric Energy Consumption Monitoring System Using IoT. *Souphanouvong University Journal Multidisciplinary Research and Development*, 5(1), 123–131, <https://www.su-journal.com/index.php/su/article/view/67>.

Parmanee, T., Khongsomboun, K., Thongphanh, P., Dittaphong, X., Outhailutsadee, A. (2024). The Station System Measures the Water level and Amount of rain that can Save the Data and Online Through Web Server. *Souphanouvong University Journal Multidisciplinary Research and Development*, 10(3), 163–171, <https://doi.org/10.69692/SUJMRD100163>.

Pawar, R., Wagh, P. & Shankar, D. (2017). Distribution transformer monitoring system using Internet of Things (IoT). *International Conference on Computational Intelligence in Data Science (ICCIDS)*, 10.1109/ICCIDS.2017.8272671, <https://ieeexplore.ieee.org/document/8272671>.

Ramesh, J., Shahriar, S., Al-Ali, A.R., Osman, A., Mostafa, F.S. (2022). Machine Learning Approach for Smart Distribution Transformers Load Monitoring and Management System. *Energies*, 15(21), 7981, <https://doi.org/10.3390/en15217981>.

Saputra, E.H, Ma'arif, A., and Alayi, R. (2023). Electricity power monitoring based on internet of things. *Signal and Image Processing Letters*, 5(1), 31-39, <https://simple.ascee.org/index.php/simple/article/view/48>.

Songkot, S., Monthon, L. (2010). Transformer Monitoring System of the Provincial Electricity Authority. *Kasetsart Engineering Journal*, 23(73), 23-32, https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php?/kukr/search_detail/result/202184.

Thaieasyelec. (2023a). *Basic Knowledge of Current Sensor*. Retrieved from thaieasyelec: <https://blog.thaieasyelec.com/basic-knowledge-about-current-sensor/>

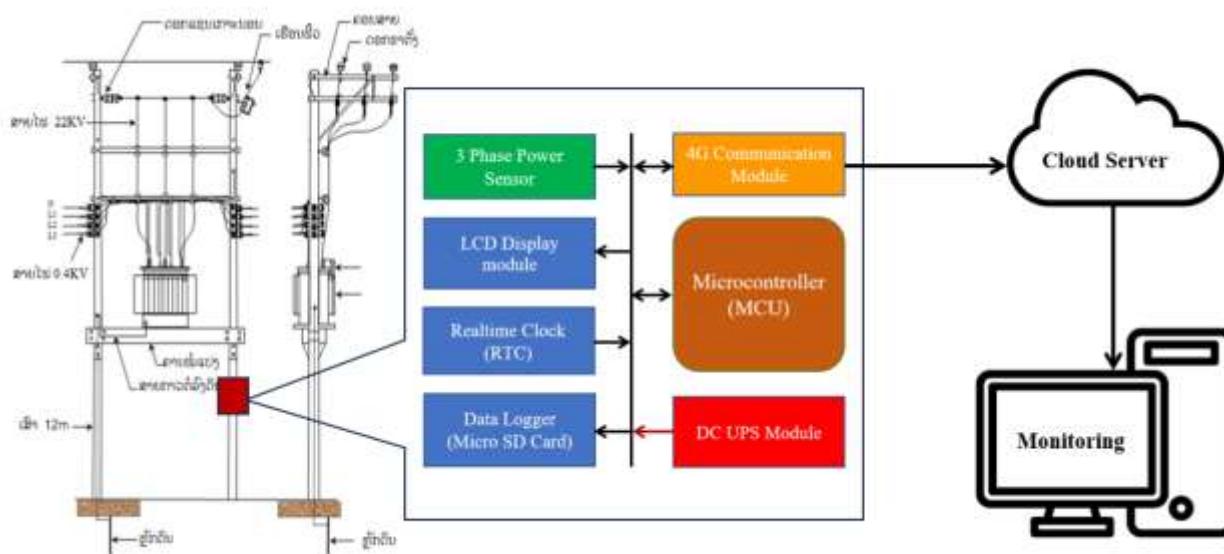
Thaieasyelec. (2023b). *Manual of Single phase voltage sensor*. Retrieved from www.thaieasyelec.com:

<https://www.thaieasyelec.com/product/384/single-phase-voltage-sensor>

Thaieasyelec. (2023c). *Manual of 3G module*. Retrieved from thaieasyelec: <https://www.thaieasyelec.com/product/1090/3g-module-uc15-t>

ຕາຕະລາງທີ 1. ຂໍ້ມູນສະຖິຕິໜ້ແປງຂອງສາຂາໄຟຟ້ານະຄອນຫຼວງປີ 2021

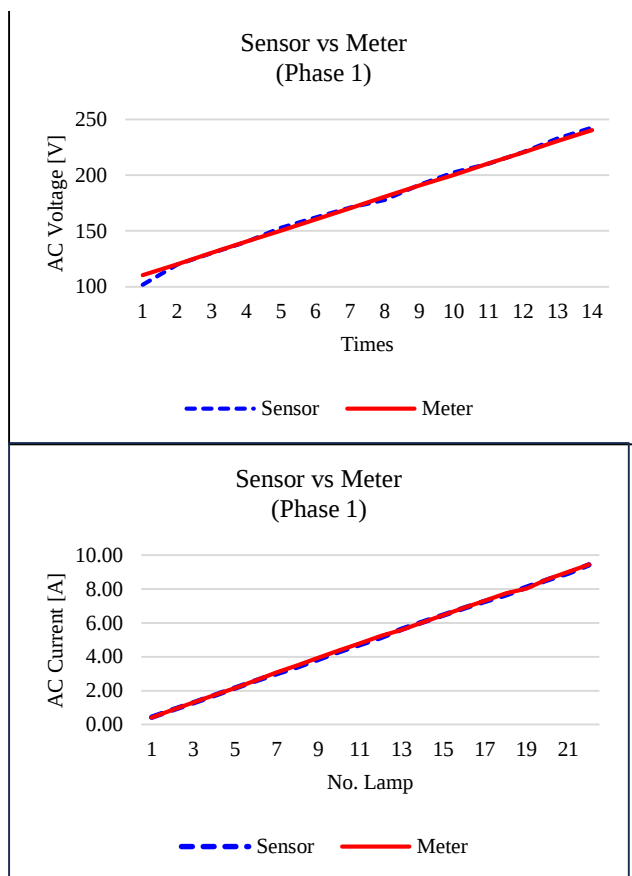
ຊື່ສູນເມືອງ	ໜ້ແປງທັງໝົດ	ໂຫຼດເກີນ 80%	ຕິດຕັ້ງໜ້ແປງເສີມ	ຍົກກຳລັງ	ສັບປ່ຽນໜ້ແປງ
ໄຊທານີ	561	32	12	12	4
ຫາດຊາຍຝອງ	248	22	11	11	0
ນາຊາຍທອງ	259	17	5	11	3
ສັງທອງ	103	0	2	0	1
ປາກງື່ມ	174	7	0	5	1
ລວມທັງໝົດ	1345	78	30	39	9



ຮູບພາບທີ 1: ແຜນຜັງລະບົບວັດແທກ ແລະ ຕິດຕາມການຈ່າຍໄຟຟ້າຂອງໜ້ແປງ 0.4KV



ຮູບພາບທີ 2: ການທົດສອບປະສິດທິພາບຂອງເຊັ່ນເຊີ ທຽບກັບເຄື່ອງມືວັດແທກມາດຕະຖານ



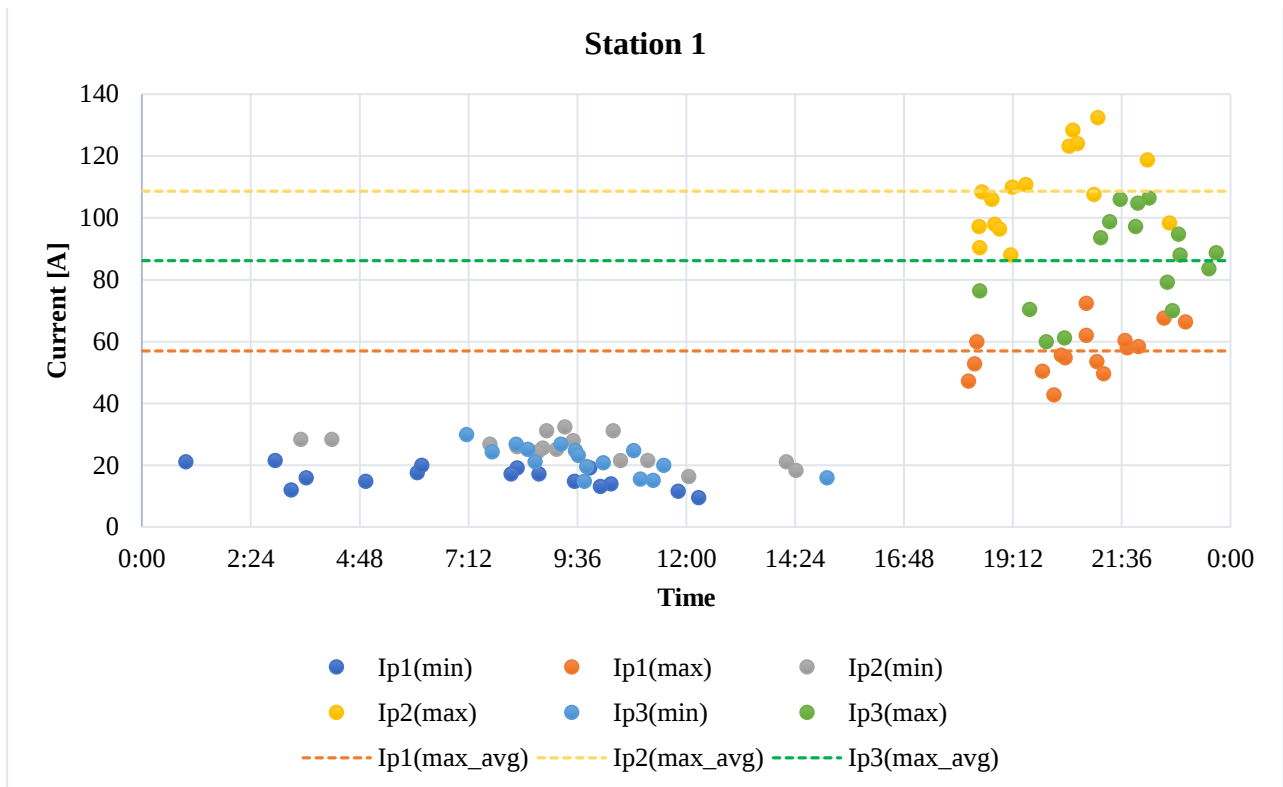
ຮູບພາບທີ 3: ຜົນຂອງການທົດສອບເຊັ່ນເຊີວັດແທກແຮງດັນ ແລະ ກະແສໄຟຟ້າທຽບກັບເຄື່ອງມືວັດແທກມາດຕະຖານ



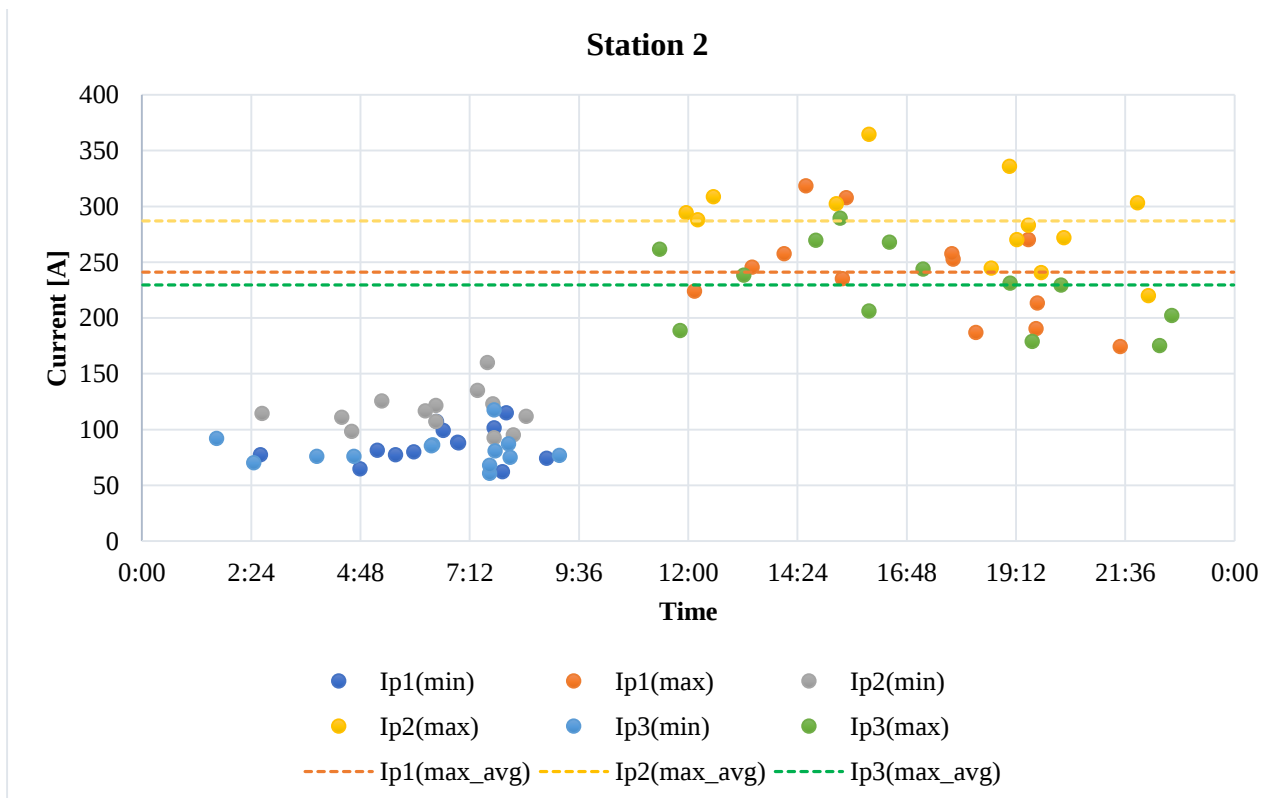
ຮູບຟາບທີ 4: ການຕິດຕັ້ງສະຖາວັດແທກເຂົ້າກັບໝໍ້ແປງຈຳໜ່າຍ 0.4KV

ຕາຕະລາງທີ 2. ຜົນຂອງການຕິດຕາມກະແສໄຟຟ້າທັງ 3 Phase ຂອງສະຖານີວັດແທກທີ 1

Date	Phase				Phase2				Phase3			
	Time	Imin	Time	Imax	Time	Imin	Time	Imax	Time	Imin	Time	Imax
25/07/2024	9:52	19.20	21:43	58.00	8:50	25.60	20:59	107.60	8:30	25.20	21:08	93.60
05/08/2024	10:20	14.00	21:12	49.60	9:30	28.00	19:11	110.00	9:33	24.80	23:31	83.60
15/08/2024	8:45	17.20	23:00	66.40	9:19	32.40	20:31	128.40	8:15	26.80	22:12	106.40
26/08/2024	10:06	13.20	20:21	54.80	8:43	24.40	20:26	123.20	10:10	20.80	22:51	94.80
04/09/2024	8:16	19.20	20:49	72.40	9:08	25.20	21:04	132.40	8:40	21.20	21:20	98.80
15/09/2024	0:58	21.20	21:58	58.40	3:30	28.40	20:37	124.00	9:14	26.80	21:54	97.20
25/09/2024	11:49	11.60	18:21	52.80	14:25	18.40	18:27	97.20	10:59	15.60	19:56	60.00
05/10/2024	3:37	16.00	19:51	50.40	7:40	26.80	19:29	110.80	7:09	30.00	22:53	88.00
15/10/2024	2:56	21.60	22:32	67.60	8:16	26.00	22:10	118.80	9:37	23.20	21:57	104.80
25/10/2024	6:04	17.60	21:40	60.40	8:55	31.20	22:39	98.40	10:50	24.80	21:34	106.00
06/11/2024	9:32	14.80	18:13	47.20	10:33	21.60	18:28	90.40	15:06	16.00	22:43	70.00
15/11/2024	6:10	20.00	20:49	62.00	10:23	31.20	19:09	88.00	7:43	24.40	23:41	88.80
25/11/2024	8:08	17.20	18:24	60.00	4:11	28.40	18:44	106.00	9:48	19.60	22:36	79.20
05/12/2024	4:56	14.80	20:16	55.60	11:09	21.60	18:48	98.00	9:45	14.80	19:34	70.40
15/12/2024	3:17	12.00	21:03	53.60	14:12	21.20	18:31	108.40	11:30	20.00	20:20	61.20
25/12/2024	12:16	9.60	20:06	42.80	12:03	16.40	18:54	96.40	11:16	15.20	18:28	76.40



ຮູບພາບທີ 5: ຜົນການສະແດງຊ່ວງເວລາຂອງການຈ່າຍກະແສຕໍ່າສຸດ ແລະ ສູງສຸດຂອງແຕ່ລະ Phase ຂອງສະຖານີວັດແທກທີ 1 (ໜ້ແປງ 250KVA)



ຮູບພາບທີ 6: ຜົນການສະແດງຊ່ວງເວລາຂອງການຈ່າຍກະແສຕໍ່າສຸດ ແລະ ສູງສຸດຂອງແຕ່ລະ Phase ຂອງສະຖານີວັດແທກທີ 2 (ໜ້ແປງ 500KVA)



ຮູບພາບທີ 7: ໜ້າສະແດງຜົນສູນກາງການຕິດຕາມສະຖານະ ແຮງດັນ ແລະ ກະແສໄຟຟ້າຂອງໜ້າແບ່ງ