

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Automaatiotekniikka

Tutkintotyö

Petteri Kuusisto

KAUKOKÄYTÖN ENERGIATALOUDELLISEN ALA-ASEMAN SUUNNITTELU

Työn valvoja
Työn teettäjä
Tampere 2007

DI Mikko Numminen
Insta Automation Oy, ohjaajana tekn. Tapio Lähteinen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikka

Automaatiotekniikka

Kuusisto, Petteri

Tutkintotyö

Työn valvoja

Työn teettäjä

Huhtikuu 2007

Hakusanat

Kaukokäytön energiataloudellisen ala-aseman suunnittelu

17 sivua

DI Mikko Numminen

Insta Automation Oy, ohjaajana tekn. Tapio Lähteinen

automaatio, aurinkosähkö, etämittaust, kaukokäyttö

TIIVISTELMÄ

Automaatiossa on joskus tarve saada mittaustuloksia paikoista, joihin sähköliittymän rakentaminen on kallista tai hankalaa. Erityisesti vesihuollon automaatiiossa on kiinnostus mitata pohjavesien pinnankorkeuksia. Mittaustuloksia halutaan käsitellä jo mittauspisteessä ja siirtää lasketut tulokset tai hälytykset pääprosessin automaatiojärjestelmään.

Työn tarkoituksena on ollut suunnitella kustannuksiltaan edullinen mittausasema, joka toimii itsenäisesti ilman verkkosähköä ja pystyy suorittamaan mittauksia, käsittelemään mittaustietoa sekä kommunikoimaan pääprosessin automaatiojärjestelmän kanssa matkapuhelinverkon tekstiviestien avulla.

Työssä on vertailtu eräiden valmistajien ohjelmoitavien logiikoiden soveltuvuutta tarkoitukseen. Lisäksi on vertailtu mahdollisia sähkönsyöttötapoja, joihin kuuluivat aurinkopaneelit, tuuligeneraattorit, polttokennot ja käyttö ladattavien akkujen avulla. Aurinkopaneelilla toteutettu laitteisto havaittiin kokonaiskustannuksiltaan edullisimmaksi.

Työssä saatiin suunniteltua kohtuuhintainen ja ominaisuuksiltaan monipuolinen kaukokäytön ala-asema, joka saa sähkönsä aurinkopaneelistä. Ala-asema on tuotteistettu niin, että siitä voidaan valmistaa asiakkaan tarpeeseen soveltuvia versioita.

Aurinkosähköjärjestelmän mitoittaminen ei ole suoraviivaista, ja sitä voisi kehittää tutkimalla laitteiston sähkönkulutusta, aurinkopaneelin tuottoa sekä akun varaustilaa todellisessa laitteistossa. Tulevaisuudessa polttokennotekniikka voi hinnan halventuessa ja laitteiden kehittyessä toimia aurinkopaneelien ja akkujen korvaajana.

TAMPERE POLYTECHNIC - UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Electrical engineering

Automation technology

Kuusisto, Petteri

Designing of an energy-efficient remote measuring station

Engineering thesis

17 pages

Thesis supervisor

Mikko Numminen (MSc)

Commissioning company

Insta Automation Oy, supervisor: Tapio Lahteinen

April 2007

Keywords

automation, solar power, measurement, remote terminal unit

ABSTRACT

Sometimes it is important to get measurements from remote locations. It may be too expensive to build electricity and/or telecommunication lines to such locations. Measurements might also be needed to process already in the measuring location before transmitted to a main location. Such measurements are for example underground water levels in water supply engineering. Purpose of this thesis was to design a cost effective remote measuring station, which runs independently without electricity from network, is able to do measurements, is capable to process measurement information and can transmit the information to the main process station via a GSM-network. In this study, selected programmable logic controllers from different manufacturers and different possibilities to supply power to the unit were compared. The most cost effective solution was selected to create competitive price for the unit. Result of this thesis was an energy- and cost-efficient, versatile remote measuring station which can easily be customized to meet customer demands. Rating a solar power supply for this type of application is not very simple and it could be developed by studying behaviour of energy output, current consumption and battery load state in the application. In future, fuel cells could also be a possible energy source for this type of application if the cost of a fuel cell equipment is reduced.

ALKUSANAT

Olen tyytyväinen, että sain mielenkiintoisen ja kuitenkin melko konkreettisen tutkintotyön aiheen. Insta Automation on osoittautunut mukavaksi työpaikaksi, ja olen iloinen saadessani jatkaa yrityksen palveluksessa valmistuessani automaatioinsinööriksi. Haluan kiittää vanhempiani opintojeni tukemisesta, Tampereen ammattikorkeakoulua – erityisesti Mikko Nummista, Harri Jokea ja Eero Pellikkaa – laadukkaasta opetuksesta, Insta Automationia tutkintotyömahdollisuudesta ja sekä esimiehiäni että työtovereitani tuesta tutkintotyön eri vaiheissa.

Tampereella 21. huhtikuuta 2007,

Petteri Kuusisto

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO	6
1.1 Työn tarve	6
1.2 Työn tavoite	6
1.3 Huomioon otettavia asioita	7
2 LAITTEISTO	8
2.1 Mittaus	8
3 VIRRANSYÖTTÖ	9
4 LAITESUUNNITTELU	10
5 SUUNNITELTU LAITTEISTO	11
5.1 Perusominaisuudet	11
5.1.1 Toiminta	11
5.1.2 Mittaus	12
5.1.3 Liikennöinti	12
5.1.4 Sijoittaminen	13
5.2 Laajennettavuus	13
6 TULOSTEN TARKASTELU	15
6.1 Menetelmien tarkastelu	15
6.2 Tavoitteen saavuttaminen	15
6.3 Jatkokehitys	16
LÄHTEET	17

1 JOHDANTO

1.1 Työn tarve

Eri toimijoilla, mm. vesilaitoksilla, on joskus tarve saada mittaustuloksia paikoista, joihin sijainnin puolesta olisi kallista rakentaa kiinteitä sähkö- ja tietoliikenne-liittymiä mittalaitteita varten. Lisäksi joskus on tarpeen siirtää mittalaitteisto toiseen paikkaan. Mittaustuloksia olisi pystyttävä myös käsittelemään jo mittauspaikalla ja käsitelty data pitäisi pystyä siirtämään esimerkiksi varsinaisen automaatiojärjestelmän käyttöön. Esimerkki tällaisesta mittauksesta on pohjaveden pinnankorkeuden seuranta.

Insta Automation Oy (jäljempänä Insta), jolle tutkintotyö tehdään, toimittaa mm. vesihuollon automaatiojärjestelmiä. Itsenäisesti, ilman verkkosähköä toimiville, langattomasti mittaustulokset siirtäville laitteistoille on ollut jonkin verran kysyntää. Koska automaatioalalla yleensä mitta-antureissa käytetään standardoituja mittausviestejä, on mahdollista suunnitella ja tuottaa automaation ala-asema, joka peruskonfiguraatioiltaan on samanlainen, mutta siihen voidaan käyttökohteen mukaan liittää erilaisia mitta-antureita.

1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena on suunnitella ja tuottaa kustannuksiltaan edullinen, ilman verkkosähköä toimiva automaation kaukokäyttöala-asema, jota voidaan myydä asiakkaille sellaisenaan liittämällä mukaan asiakkaan tarvitsema mitta-anturi tai sellaisen liitäntä. Työn vähimmäistavoitteeksi Instan puolesta on asetettu ilman verkkosähköä toimiva ala-asema, joka kykenee lukemaan ja käsittelemään 4...20 mA:n virtaviestiä ja lähettämään käsiteltyä dataa halutussa muodossa langattomasti eteenpäin.

Työssä vertaillaan eri toimittajien tarkoitukseen parhaiten soveltuvia logiikoita ja virransyöttötapoja, joista valitaan parhaiten soveltuva. Vertailupohjaksi otetaan kustannustehokkuus eli se, millaisella yhdistelmällä saadaan mahdollisimman edullinen ja monipuolinen ratkaisu.

1.3 Huomioon otettavia asioita

Ala-aseman tulee olla kustannuksiltaan edullinen, ts. hinnan on oltava kilpailukykyinen, jotta sillä olisi kysyntää. Kustannustehokkuuden vertailu onkin keskeisimpiä tämän työn tarkastelukohteita.

Ala-asema suunnitellaan verkkosähköstä riippumattomaksi. Jotta verkkosähköstä riippumattomuus tulisi järkevästi toteutettavaksi, tulee erityistä huomiota kiinnittää ala-aseman energiankulutukseen.

Ala-aseman tulisi olla kohtuullisen helposti siirrettävissä eri mittauspaikkoihin, mutta ilkvallan ja varkauksien välttämiseksi ala-asema on periaatteessa sijoitettava kiinteästi mittauspaiikkaansa.

Tiedonsiirto ala-asemasta suunnitellaan ensisijaisesti toteutettavaksi GSM-verkon avulla. Tähän tarkoitukseen on useilla valmistajilla olemassa valmiita automaatio-käyttöön suunniteltuja GSM-modeemeja. Monipuoliset tiedonsiirto-ominaisuudet ovat eduksi. Ala-aseman tulisi kyetä sekä lähettämään nopeasti hälytyksiä että siirtämään mittaustuloksia tietyin aikavälein.

Ala-aseman automaatio-ohjaimessa tulee olla ominaisuuksia mittaustulosten käsittelyyn. Datan puskurointi antaa mahdollisuuden varastoida useita mittaus-tietoja ja siirtää ne useamman mittauksen erissä sopivin aikavälein. Sopivat I/O-liitynnät mahdollistavat ala-aseman monipuolisen soveltuvuuden eri tarkoituksiin. Mittaustulosten aritmeettinen käsittely – kuten keskiarvon laskenta – voi olla usein jo ala-asemassa ennen datan siirtoa.

Ala-aseman toimintavarmuuden on oltava hyvä. Tämän vuoksi energiansyötön on oltava riittävä. Ala-aseman huollon helppous ja huoltokäyntien mahdollisimman vähäinen tarve säästävät kustannuksia.

2 LAITTEISTO

2.1 Mittaus

Laitteisto suunnitellaan vastaanottamaan 4...20 mA:n virtaviestisignaalia, joka on yleisin automaation mittaussignaaleista. Mittalaite valitaan toimituksittain asiakkaan tarpeen ja mittauskohteen mukaan.

Energiataloudellisuus asettaa mittalaitteelle tiettyjä vaatimuksia. Parhaassa tilanteessa mittalaite on passiivinen, eli se saa käyttöenergiansa virtaviestisignaalista. Mikäli mittalaitteelle tarvitaan erillinen virransyöttö, tulee mittalaitteen energiankulutus ottaa huomioon ja laskea, että laitteiston toiminta on mahdollinen. Mittalaitteen toimintajännitevaatimus on myös otettava huomioon valittaessa laitteistoon sopivaa mittalaitetta. Automaatiossa käytetään usein 24 voltin jännitetasoa, mutta useimmat mittalaitteet toimivat myös 12 voltin jännitteellä.

Loput tästä kohdasta on asetettu
salaiseksi 21.4.2012 saakka.

3 VIRRANSYÖTTÖ

Tämä kohta on asetettu salaiseksi 21.4.2012 saakka.

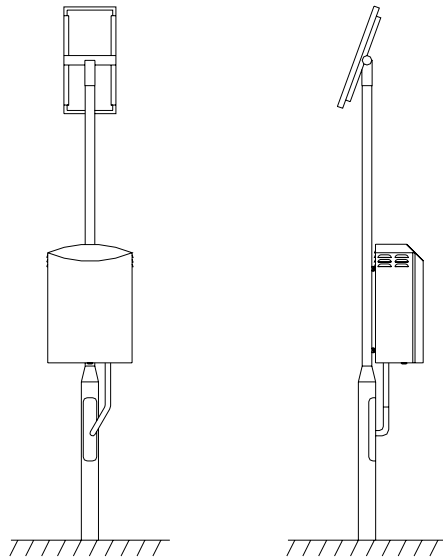
4 LAITESUUNNITTELU

Tämä kohta on asetettu salaiseksi 21.4.2012 saakka.

5 SUUNNITELTU LAITTEISTO

5.1 Perusominaisuudet

Ala-asema on rakennettu maahan asennettavaan metallipylvääseen, jonka yläpäässä sijaitsee aseman aurinkopaneeli, ja pylvääseen kiinnitettyssä kotelossa itse ala-aseman laitteisto. (Kuva 9). Pylvään betonijalustassa on kaapelireitit esim. mittauskaapelin sisään tuontia varten.



Kuva 9. Ala-asema pylvääseen rakennettuna

5.1.1 Toiminta

Ala-asema toimii ilman verkkosähköä aurinkopaneelistä saatavan sähköenergian avulla. Energiavarastona toimii huoltovapaa AGM-akku. Ala-asema toimii 12 voltin jännitteellä. Ala-asemassa on riviliittimet 4...20 mA:n mittausviestille. Mittauksen käyttöjännite on 12 VDC. Liityntä päälogiikkaan ja/tai hälytysten siirto tapahtuu GSM-modeemin välityksellä SMS-viestein. Ala-asema on mitoitettu suorittamaan 6 sekuntia kestäviä mittauksia 5:n minuutin välein (voidaan muuttaa käyttötarkoituksen mukaan).

Ala-aseman ohjelmisto voidaan toteuttaa monipuolisesti tarpeen mukaan. Ohjelmistolla voidaan toteuttaa mm. mittaustulosten esikäsittelyä, kuten keskiarvon laskentaa, minimi- ja maksimiarvojen tallennusta yms. Ohjelmisto voidaan esimerkiksi määritellä lähettämään hälytyksiä raja-arvojen ylityksistä ja se voidaan määritellä lähettämään mittaustuloksia tai niistä laskettuja koosteita määrävälein.

Taulukko 25. Ala-aseman perusominaisuudet

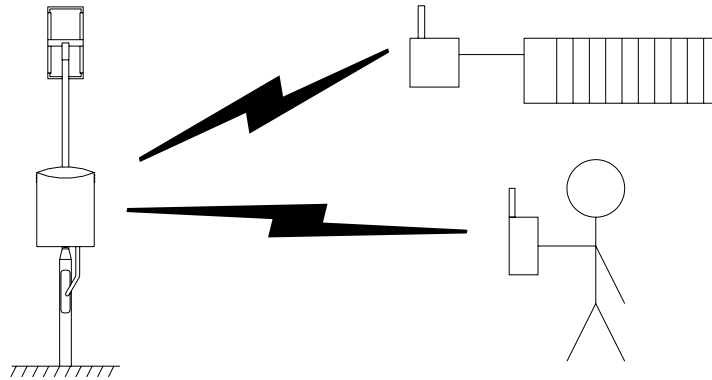
Analogiatulo	1 kpl 4...20 mA 12-bit
Liikennöinti	SMS-viestit GSM-modeemilla
Mittausväli	6 sek mittaustapahtuma 5 min välein
Varakäyntiaika yllä mainitulla mittausvälillä	130 d
Käyttöjännite	12 VDC
Sarjaportti	1 kpl RS232

5.1.2 Mittaus

Ala-asema on mitoitettu suorittamaan 6 sekuntia kestäviä mittauksia 5:n minuutin välein. Tätä voidaan muokata tarpeen mukaan. GSM-modeemin päivittäiseksi käyttöajaksi on mitoitettu 5 minuuttia, joka mahdollistaa useamman SMS-viestin lähetyksen vuorokaudessa. Näillä mitoituksilla ala-aseman varakäyntiaika täyteen ladatuilla akuilla on 130 vuorokautta. Tämä riittää vaikeimpiinkin olosuhteisiin, kuten esimerkiksi Pohjois-Suomen kaamokseen.

5.1.3 Liikennöinti

Ala-aseman liikennöinti on tarkoitettu toteutettavaksi SMS-viestein. Viestin muoto ja lähetettävät tiedot valitaan käyttötarkoituksen mukaisiksi ja määritellään ala-aseman ohjelmistossa. Ala-asema ja/tai vastaanottava laitteisto ohjelmoidaan käyttämään samaa protokollaa. Ala-asemassa on kuitenkin mahdollisuus käyttää myös GPRS-tiedonsiirtoa (eri modeemilla). Ala-asema voidaan ohjelmoida lähettämään mittaustuloksia määrävälein ja/tai hälytyksiä havaituista raja-arvojen ylityksistä. Viestejä voidaan lähettää esim. toiseen logiikkaan ja/tai päivystävän huoltomiehen matkapuhelimeen (kuva 10).



Kuva 10. Ala-aseman liikennöinti

5.1.4 Sijoittaminen

Koska ala-asema toimii aurinkopaneelista saatavalla sähköenergialla, on tämä otettava huomioon ala-aseman sijoituspaikkaa suunniteltaessa. Ala-aseman päivittäinen energiantarve vastaa yhden tunnin auringonpaistetta suoraan paneeliin kirkkaalla säällä. Akun varaaminen tyhjästä täyteen vaatii n. 10 h suoraa auringonpaistetta kirkkaalla säällä. Akun turvaama varakäyntiaika riippuu akun varausasteesta ja laitteiston kulutuksesta. Laitteiston kulutus muuttuu sen mukaan, kuinka monta tuloa tai lähtöä on käytössä ja kuinka usein mittauksia tai SMS-liikennöintiä suoritetaan. Aurinkopaneeli on parasta suunnata suoraan etelään. Ala-aseman pylvästä on saatavana pidempiäkin malleja.

5.2 Laajennettavuus

Ala-asemaan voidaan liittää enintään 4 analogiamittausta, joiden resoluutio on 12 bittiä. Jokainen analogiatulo vaatii logiikkaan oman pienen sovitinmoduulinsa, joka valitaan mittaussignaalin mukaan. Tarvittaessa mittauksen käyttöjännite voidaan muuntaa DC-DC-muuntimella esim. 24 volttiin. Ala-asemaan on myös mahdollisuus liittää 8 PNP-tuloa sekä 7 NPN-lähtöä. Ala-asemassa on vapaana yksi RS232-portti, sekä I²C-liitäntä (esim. HMI-paneelin liitäntää varten). Ala-aseman I/O:ta voidaan tarvittaessa laajentaa enemmänkin liittämällä logiikkaan I/O-laajennusmoduuleita. Tärkeimmät laajennettavuusominaisuudet on luetteloitu taulukkoon 26.

Taulukko 26. Ala-aseman laajennettavuus

Analogiatulot	4 kpl 12-bit
Digitaalitulot	8 kpl PNP
Digitaalilähdöt	7 kpl NPN
Sarjaportit	1 kpl RS-232 1 kpl I ² C
Mittauksen jännite	12 → 24 VDC
Mahdolliset mittaussignaalit	Pt100 -50...150 C Pt100 0...500 C Pt100 -250...750 C mA 0...5 mA 0...20 mA 4...20 KTY10 50...150 C NTC -5...50 C V 0...2 V V 0...5 V V 0...10 V V -10...10 V RMS 40 VAC RMS 25 VAC RMS 0,25 VAC

6 TULOSTEN TARKASTELU

6.1 *Menetelmien tarkastelu*

Lähdeluettelosta suurin osa on eri laitevalmistajien Internet-sivuja. Internetistä löytyvään materiaaliin tulee yleensä suhtautua varauksella. Tässä käytettiin nimenomaan tarkasteltavien laitteiden valmistajien esille laittamia www-sivuja, ohjeita ja dokumentteja, joiden voidaan olettaa olevan kohtalaisen luotettavia. Aurinkosähköjärjestelmistä on olemassa aika paljon kirjallisuutta, mutta yksiselitteistä mitoitusohjetta ei löytynyt tutkituista kirjoista. Toisaalta ymmärrettäessä järjestelmän toimintaperiaate, ei mitoitus aiheuta erityisiä ongelmia. Tuulienergian hyödyntämisestä kertova kirjallisuus keskittyy pääasiassa suuriin generaattoreihin, joita käytetään tuottamaan sähköä valtakunnalliseen sähköverkkoon.

Ohjelmointikustannukset on jätetty työstä pois, sillä niiden arviointi on melko vaikeaa. Kaikkia työssä esiteltyjä logiikoita voidaan ohjelmoida samantyyppisellä tikapuuohjelmoinnilla, joten periaatteessa kustannuserojen voidaan arvioida olevan merkityksettömiä.

6.2 *Tavoitteen saavuttaminen*

Työssä suunniteltu laitteisto on monipuolisempi ominaisuuksiltaan, kuin vähimmäisvaatimukseksi oli asetettu. Energiataloudellisuus vaikutti merkittävästi kustannuksiin, kuten oli oletettukin. Kustannustehokkuuden tarkastelu on hieman hankalaa, koska vastaavia tuotteita ei ole juuri tarjolla. Vastaavia laitteita on ilmeisesti tarvittaessa suunniteltu toimituskohtaisesti, jolloin kustannukset yksikköä kohden nousevat yleensä suuremmiksi. Ala-aseman koko ja siirrettävyys on suunnitellussa laitteistossa kohtuullinen, mutta sen pienentäminen edelleen toisi lisäarvoa asiakkaalle.

Laitteistoa voitaisiin verrata esimerkiksi ns. älykkääseen dataloggeriin, jonka ominaisuuksista puuttuu mm. tulosten käsittelymahdollisuus mittauspisteen yhteydessä. Dataloggeri nimensä mukaisesti vain tallentaa mittaustuloksia ja

lähettää ne kootusti eteenpäin. Yleensä tietyn valmistajan dataloggeri vaatii mittaustulosten vastaanottoon saman valmistajan tuottaman laitteiston ja/tai ohjelmiston, mistä tulee helposti lisäkustannuksia esimerkiksi yhteiseen raportointijärjestelmään sovittamisen muodossa.

Tässä työssä suunniteltu laitteisto voi liittyä raportointijärjestelmään esimerkiksi siten, että mittaustieto lähetetään pääprosessiasemalle, josta tieto luetaan raportointijärjestelmään olemassa olevan liittymän kautta. Tällöin ei tarvita ylimääräisiä sovituksia.

6.3 Jatkokehitys

Ala-aseman energiansyötön tarkempaa mitoittamista varten olisi hyvä saada tarkempaa tietoa todellisista arvoista. Epävarmuustekijöiden vuoksi ala-aseman energiansyötön komponentit on tarkoituksellisesti valittu laskettuja vaatimuksia suuremmiksi. Tutkimalla aurinkopaneelin antamaa tehoa, akun varausastetta ja järjestelmän energiankulutusta eri olosuhteissa (erityisesti talvella, energiansyötön kannalta pahimpaan aikaan), voitaisiin ala-asema mahdollisesti mitoittaa pienemmäksi ja edullisemmaksi kuin tällä hetkellä.

Tässä työssä oli menekin epävarmuuden vuoksi tutkittu vain valmiista osakokonaisuuksista koottavia laitteistoja, mutta suuremmilla tuotantomäärillä voisi tulla kannattavaksi suunnitella ja valmistaa myös oma elektroniikka ja ohjelmisto, joka on tehty nimenomaan tähän tarkoitukseen.

LÄHTEET

- 1 Aurinko-opas : aurinkoenergiaa rakennuksiin. Aurinkoteknillinen yhdistys ry. Helsinki 2001. 219 s.
- 2 Patel, Mukund R. Wind and Solar Power Systems : Design, Analysis and Operation. Taylor & Francis Group. Florida, USA 2006. 448 s.

Kohdat 3–9 on asetettu salaiseksi 21.4.2012 saakka.