MAFUNZO YA UMEME WA JUA

Godwin Msigwa

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 1 15.12.18 22:55

Kimetayarishwa na:
Godwin Msigwa

© Third Edition, 2018

ISBN 978-9976-89-623-7

Haki zote zimehifadhiwa, ni marufuku
kunakili bila ya idhini ya mtayarishaji

Kurasa zimesanifiwa na:
Simeon Wittenberg

MAFUNZO YA UMEME WA JUA

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 3 15.12.18 22:55

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 4 15.12.18 22:55

YALIYOMO

1. Sura ya kwanza: Utangulizi 16
   - 1.1 Utangulizi 17
   - 1.2 Utafiti 18
   - 1.3 Mfumo wa Sola 21
   - 1.4 Faida za Teknolojia ya Fotovoltaiki 23
   - 1.5 Udhaifu wa Teknolojia ya Fotovoltaiki 25
   - 1.6 Masuala ya Mazingira, Afya na Usalama 26
   - 1.7 Vipengele vya mfumo wa fotovoltaiki 27

2. Sura ya pili: Mifumo ya Fotovoltaiki 37
   - 2.1 Aina za Mfumo wa Fotovoltaiki 37
   - 2.2 Betri ya Fotovoltaiki iliyounganishwa – mifumo wa kuchaji 37
   - 2.2.1 Mifumo inayotumika mchana 38
   - 2.3 Mifumo ya Mkondo mnyoofu yenye betri zilizohifadhiwa 38
   - 2.4 Kidhibiti Chaji 40
   - 2.4.1 Kazi ya kidhibiti chaji 40
   - 2.4.2 Tabia Kuu 43
   - 2.4.3 Ufafanuzi 45
   - 2.4.4 Uendeshaji 45
   - 2.4.5 Ukubwa wa kidhibiti chaji 46
   - 2.5 Betri ya mtambo wa Umeme wa Jua 47
   - 2.5.1 Utangulizi 47
   - 2.5.2 Uendeshaji 47
   - 2.5.3 Ufafanuzi/maelezo dhahiri 48
   - 2.5.3.1 Vifaa vinavyohitajika wakati wa ufungaji wa Betri 50

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 5 15.12.18 22:55

2.5.3.2 Ufungaji wa Betri 51
2.5.3.3 Uwekaji wa Betri 56
2.6 Vigeuza mkondo (inveta) 59
2.6.1 Inveta za mraba za mawimbi zilizorekebishwa 60
2.6.2 Inveta za mawimbi ya saini 60
2.6.3 Tabia za inveta 61
2.6.4 Inveta zisizo na betri zilizofungwa gridi 64
2.6.5 Gridi zilizofungwa virejezi vya inveta vya betri 68

3. Sura ya tatu: Misingi ya umeme wa Fotovoltaiki 71
3.1 Istilahi 72
3.2 Aina za mkondo 74
3.3 Kuwianisha Vifaa kwenye Mfumo 75
3.4 Saketi za umeme 75
3.5 Saketi za mfuatano na sambamba katika chanzo cha nishati 76
3.6 Mfuatano wa saketi 76
3.6.1 Saketi sambamba 77
3.6.2 Saketi za mfuatano na sambamba katika vyombo vya umeme . 78
3.6.3 Kukamilisha uchanganuzi wa eneo la sola na ubainishaji wa vikwazo vya uvuli 80

4. Sura ya nne: Utumiaji wa nishati kwa ufanisi na ufungaji wa mfumo 83
4.1 Utumiaji kwa ufanisi 84
4.1.1 Mahitaji ya umeme ya chombo cha umeme 85
4.1.2 Vyombo vya umeme vya mzunguko 86
4.1.3 Kukadiria mahitaji ya mawimbi 86
4.1.4 Jokofu 88
4.1.4.1 Uchaguaji wa majokofu 88
4.1.4.2 Majokofu yanayotumia nishati ya AC: 88
4.1.4.3 Majokofu yanayotumia nishati ya DC: 89

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 6 15.12.18 22:55

4.2 Ufungaji wa mfumo 91
4.2.1 Tathmini ya Eneo 91
4.2.2 Ufungaji wa Areyi ya Fotovoltaiki 91
4.2.3 Ufungaji wa betri 93
4.2.4 Ufungaji wa kidhibiti na kigeuza mkondo/inveta 95
4.2.5 Ufungaji wa waya kwenye mfumo wa Fotovoltaiki 96
4.2.6 Orodhahakiki ya ufungaji wa mwisho wa PV 102

5. Sura ya tano: Utengenezaji na urekebishaji wa hitilafu 109
5.1 Orodha ya nyenzo na zana 110
5.2 Utengenezaji wa vijenzi vya PV 112
5.3 Dosari za kawaida za urekebishaji wa mfumo 117
5.4 Urekebishaji wa matatizo ya uwekaji waya kwa kutumia mita mbalimbali 118
5.5 Tahadhari za jumla za usalama 119
5.6 Matatizo maalumu ya urekebishaji wa hitilafu 125
Faharasa 146
Vifupisho na Maana zake 149
Nukuu mbalimbali zilizotumika 151

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 7 15.12.18 22:55

DIBAJI

Tume ya Sayansi na Teknolojia (*COSTECH*), tunayo furaha kubwa kuwaletea kitabu cha kwanza kuandikwa na kijana wa Kitanzania kwa lugha ya Kiswahili juu ya mafunzo ya Nishati ya Jua: Misingi ya umeme wa nishati ya Jua, Ufungaji wa mifumo ya nishati ya Jua.

Kitabu hiki kimeandikwa kwa ajili ya Mafunzo au kutumika na mafundi wa wilaya, Wakufunzi wa vyuo vya ufundi, Washauri wa miradi ya nishati Jadidifu, Wahandisi na mafundi, Wauzaji wa vifaa vya Sola na wote ambao wanahusika na teknolojia za nishati ya Jua.

Ni matumaini yetu (*COSTECH*) ya kuwa; baada ya kitabu hiki kuwafikia waleng-wa: ufahamu juu ya teknolojia ya Nishati Jadidifu utaongezeka, idadi ya mafundi mahiri itaongezeka, idadi ya mifumo inayofanya kazi vizuri itaonge-zeka, kitawawezesha wakaguzi wa miradi ya teknolojia ya Umeme wa Jua juu ya namna ya kutathmini na kutoa mapendekezo katika mifumo ya Sola PV, pia itakuza matumizi ya nishati ya jua kutokana na idadi kubwa ya watumiaji kufurahia utendaji kazi wa mifumo ya Sola PV na kuitangaza kwa wengine.

COSTECH tunampongeza kijana Godwin David Msigwa kwa kazi yake nzuri ya uandishi wa kitabu hiki ambacho ni mwongozo mzuri utakaowasaidia watu kujua namna nzuri ya kulitumia jua kwa kuzalisha umeme huku tukiwa tunapunguza matumizi ya nishati zisizo rafiki wa Mazingira.

COSTECH tunapenda kuwapongeza na kutoa shukrani za dhati kwa wote ambao kwa namna moja ama nyingine, wameshiriki katika kufanikisha mchakato wa kuandikwa kwa kitabu hiki.

Mkurugenzi Mkuu,

Tume ya Sayansi na Teknolojia, Decemba 2018

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 9 15.12.18 22:55

SHUKRANI

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 10 15.12.18 22:55

Siku zote nimekuwa nikiamini ya kuwa katika kila mafanikio ya mtu, taasisi ama Taifa huwa nyuma yake kuna watu waliochangia kwa namna moja ama nyingine kufanikisha jambo fulani.

Mafanikio yaliyo mengi huja kwa kufanikisha mambo muhimu katika maisha yetu, hasa yale tunayoyathamini sana. Wahenga walipata kunena: "Kidole kimoja hakivunji chawa". Hivyo basi hata katika mafanikio ya kuandikwa kitabu hiki pia, isingewezekana kitabu hiki kuletwa mbele yenu bila ya watu na taasisi zilizofanikisha juhudi hizi.

Ninapenda kutanguliza shukrani zangu kwa Mungu aliyenipa kutambua ya kuwa kikwazo chochote katika maisha kipo ndani ya mawazo yangu au namna nionavyo ndani; kwa maana ya kuwa nikibadilika namna niwazavyo na niona-vyo nafsini mwangu, inaweza kubadili uhalisia. Zamani nilikuwa nadhani ya kuwa waandishi wa vitabu ni watu wa aina fulani tu.

Lakini pia kitabu hiki ni matokeo chanya ya ushirikiano na msaada wa dhati kutoka kwa watu wengi waliofanikisha kuandikwa kwa kitabu hiki. Ni watu wengi mno kiasi kwamba naweza kujaza kitabu kwa kuwaorodhesha wote majina yao, ila kwa uchache niombe mniruhusu kuwataja wachache watakaowakilisha wengi ambao ni:

WATU BINAFSI: H.E. Benjamin W. Mkapa (Rais mstaafu wa Awamu ya Tatu Tanzania) kwa kufanikisha uzinduzi wa chapisho la kwanza na la pili, Mh. Philip Mangula, Mh. Philemon Luhanjo, Mh. Petra Hammelmann, Ms. Inken Bruns, Dr. Faraja Hosea Mpagike, Giovanni Godwin Msigwa, Prof. C.Z. Kimambo, Prof. John Geoffrey, Prof. Martin Fischer (Karlsruhe Institute of Technology, Germany), Brigedia Jenerali. Felix Mbenna (Rtd), Dr. Rev. Lechian Kimilike, Dr. Robert Otsyina, Dr. Hartwig Westphalen, Dr. Janosch Ondraszech, Dr. Andreas Linhart, Dr. Edward Ngwalle, Dr. Thomas Bernhard & familia yake,

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 11 15.12.18 22:55

Mama Andrea Karsten, Eng. N.C.X. Mwihava (Vice President Office), Eng. Richard Nzowa, Eng. Mosha Izahaki (*TANESCO*) Eng. Hamisi Mikate na familia yote ya *ENSOL*, Eng. Matthew Matimbwi na familia yote ya *TAREA*, Eng. Bengiel Msofe (*REA*), Eng. Andrew Mnzava (IFC / World Bank), Eng. Noel Mwakabungu (*EWURA*), Eng. Marko Gehrmann, Eng. Onesimo Maseleka (*MLVTC*), Eng. Emanuel Michael Biririza (*UNIDO*), Eng. Stella Ndimubenya (*VETA*), Eng. Eunice Urio (*VETA*), Eng. Godfrey Sanga (*GVEP* International), Sarah Simorangkir, Eng. Consolata Ngimbwa, Dr. Flora Tibazarwa, Dr.Gerald Kafuku, Gerson Msigwa, Eng. Isdory Fitwangile, Patrick Nduwimana.

TAASISI: Tume ya Sayansi na Teknolojia (*COSTECH*), Deutsch-Tansanische Partnerschaft e.V., *Hamburg Senate*, *SunEnergy Europe*, *Arbeit und Leben*, *Tanzania Renewable Energy Association* (*TAREA*), Renewable Zanzibar Association (REZA), *ENSOL* (T) LTD, bfz GmbH, Opportunity for Youth Employment (OYE), The Nelson Mandela African Institution of Science and Technology (NMAIST), *College of Engineering and Technology* (*CoET*), *Dar es Salaam Institute of Technology* (*DIT*), *Vocational Education and Training Authority* (*VETA*).

Kitabu hiki kimekuwa na mvuto kwa watu wengi waliopata kukiona na kufurahia picha nzuri na mwonekano/mpangilio mzuri, hii yote imetokana na juhudi, maarifa na ubunifu kutoka kwa Ndugu Oliver Schömann na Ndugu Simeon Wittenberg. Vielen Dank!

Kwa mara nyingine tena, nawashukuru sana watu wote na taasisi kwa ujumla wenu kwa namna mlivyojitoa kwa namna mbalimbali katika kufanikisha kuandikwa kwa kitabu hiki.

Mungu awabariki na kuwalinda daima Asante!

Godwin David Msigwa

NENO LA HAMASA

Mimi Philip Mangula ni miongoni mwa wananchi walioondokana na bajeti ya mafuta ya taa kwa ajili ya kumulika wakati wa maongezi ya usiku, tukisubiri chakula au kabla ya kwenda kulala.

Mwanga wa Jua ninaufahamu, Godwin David Msigwa ninamfahamu, mawazo yake kuhusu umeme wa Nishati ya Jua ninayafahamu. Mafunzo aliyopata kuhusu nishati hii hapa nchini na nje ya nchi ninayafahamu. Umakini wa Godwin katika kufanya kazi ninaufahamu.

Ambacho sikukifahamu kuhusu Godwin David Msigwa ni uwezo wake wa kuyaweka mawazo yake katika maandishi kama alivyofanikiwa kuandika kitabu cha mafunzo ya Umeme wa Jua. Hiki ni kipaji cha pekee alichojaliwa Godwin.

Kubwa zaidi ni kuandika kitabu kwa lugha ya Kiswahili ili kuwasaidia wanaojifunza kuelewa kwa urahisi kuhusu umeme wa Jua.

Ninampongeza sana, ameitumia elimu yake kwa faida ya wote. Wangapi wamesoma kama Godwin na hata zaidi yake lakini wamekuwa wachoyo? Hawayaweki mawazo na ujuzi wao kwenye maandishi ili vizazi na vizazi viweze kufaidika na mchango wao wa mawazo.

Hii pia ni changamoto kwangu na kwa wengine wenye ujuzi katika maeneo mbalimbali ya taaluma.

Godwin ametupa changamoto, tena ameandika kwa lugha ya Taifa lake.

INAWEZEKANA!

Philip J. Mangula

Mdau wa Umeme wa Jua

1.0

SURA YA KWANZA: UTANGULIZI

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 16 15.12.18 22:55

1.1 UTANGULIZI

Nishati ya jua ni nishati inayotokana na nguvu za jua. Jua limekuwa likitenge-neza nishati kwa mabilioni ya miaka. Umeme wa jua ni miale ya jua ambayo inaifikia dunia. Dhana hii ya umeme wa jua inaweza kurejelea kitu ambacho kwa urahisi nishati inakusanywa katika kikasha, gari lililofungwa (kifaa chako cha kukusanyia miale ya jua) na kubadilisha katika joto. Aidha wakati nguo zinaning'inizwa katika kamba ya waya, zinatumia nishati ya jua (ambayo iko katika mfumo wa joto) kuzikausha. Nishati ya jua mara nyingi hutumika kupasha joto nyumba moja kwa moja kwa njia ya taratibu. (Jua linaingia katika madirisha, vyumba vinapata joto). Nishati ya jua mara nyingi hutumika pia kupashia maji joto (kikusanyio cha nguvu ya jua kinagandamiza moja kwa moja katika mwanga wa jua, ambacho kinapasha majimaji yanayosafirisha joto, ambacho baadaye hupasha maji katika tanki lako la maji ya moto). Kwa kutumia teknolojia sahihi, nishati ya jua inaweza kubadilishwa katika aina nyingine za nishati, kama vile joto au umeme.

Nishati ya jua inaweza kubadilishwa kuwa umeme kwa njia mbili:

- ***Fotovoltaiki (vifaa vya PV) au "seli za sola" –*** hubadilisha mwanga wa jua moja kwa moja kuwa umeme. Mifumo ya PV mara nyingi hutumika katika maeneo ya mbali ambayo hayajaunganishwa katika gridi ya umeme. Hutumika pia kuendeshea saa, vikokotozi (kalukuleta) na kutoa mwanga katika alama za barabarani. Neno "photo" linatokana na neno la Kigiriki "phos" lenye maana ya mwanga. "Voltalic" maana yake umeme.
- ***Mtambo wa Umeme wa Jua*** – unazalisha umeme moja kwa moja wakati joto linalotokana na kifaa cha kukusanyia joto la jua linatumika kupasha majimaji yanayotengeneza mvuke ambao unatumika kuendeshea jenereta.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 17 15.12.18 22:55

Pamoja na kuwa na udhaifu katika uandaaji wa umeme wa jua – msongamano hauko sawa, wala ufanisi wa teknolojia ya sasa (hautoshi) – inatoa fursa nzuri kwa umeme wa nje ya gridi kwa sababu teknolojia za nishati ya jua ni:

- Kiwango: kutoka katika seli/betri ndogo katika kikokotozi hadi katika nyaya za mtambo wa umeme, ukubwa unaofuatwa katika mahitaji;
- Upatikanaji: teknolojia hii ilikuwepo kwa miongo mingi;
- Urahisi: mawasiliano kutoka mwanga hadi umeme ni ya moja kwa moja, hivyo hakuna haja ya mifumo ya majenereta makubwa ya kimakanika;
- Uimara/uendelevu: madhara katika mazingira ni madogo, hayahitajiki maji kwa ajili ya upoozaji wa mfumo na kuzalisha bidhaa.

Hadi sasa, inadhaniwa kwamba msomaji anaelewa nadharia za msingi za nishati.

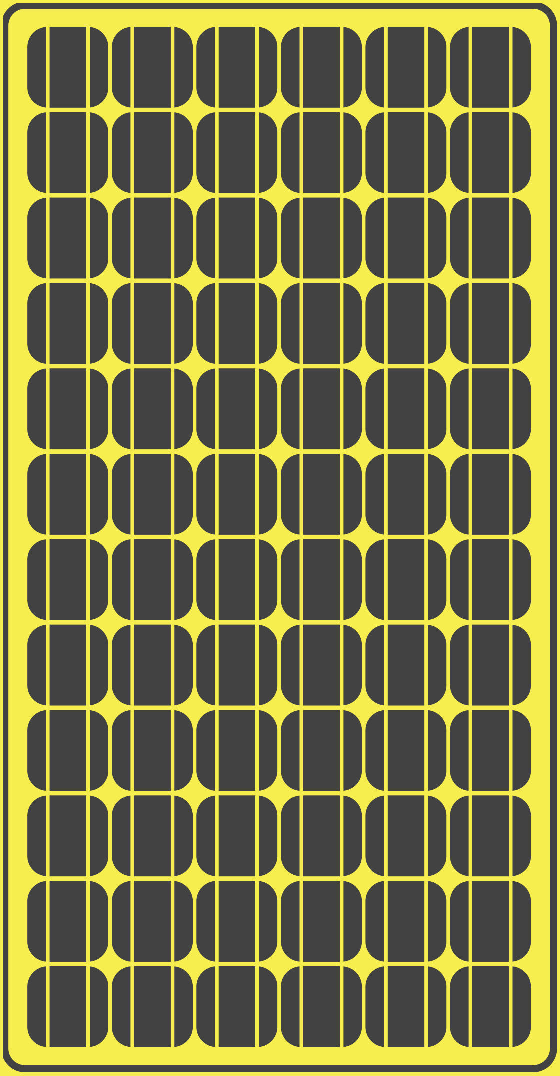
1.2 UTAFITI

ANALOJIA 1: UTAFITI

Zoezi la matumizi katika kuelewa mfumo wa PV ni kuulinganisha na mfumo wa ukusanyaji wa maji ya mvua.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 18 15.12.18 22:55

Mfumo wa ukusanywaji wa maji ya mvua:		Mfumo wa fotovoltaiki:	
1	Paa la Nyumba	1	Paneli ya Sola
2	Tenki la kuhifadhi maji	2	Betri ya kuhifadhi chaji
3	Mabomba ya kusafirisha maji kutoka na kwenda kwenye tenki	3	Waya za kusafirisha umeme kutoka na kwenda kwenye betri
4	Valvu (Koki) za kufungulia maji kwenye mabomba	4	Kidhibiti chaji cha kudhibiti mtiriko wa umeme
5	Vifaa (Bomba ya mvua) vya kutumia maji	5	Vifaa (Taa) za kutumia umeme



PICHA YA PANELI YA PV SOLA (SOLAR PANEL PV)

1.3 MFUMO WA SOLA

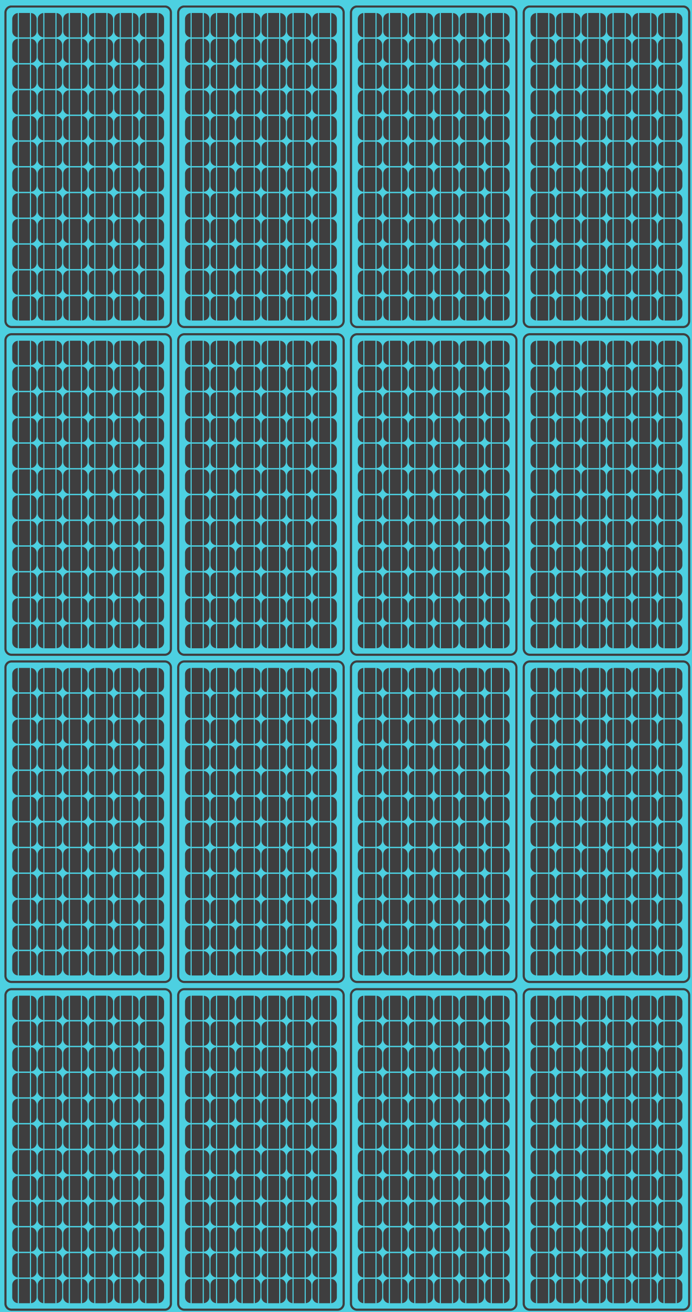
Mifumo ya Fotovoltaiki inazalisha, kama betri, mkondo mnyoofu (DC) ambao kwa jumla hutumika kwa mizigo midogo. Wakati DC kutoka katika seli za Fotovoltaiki inatumika katika biashara au kuuzwa katika matumizi ya umeme kwa kutumia gridi ya umeme, inaweza kubadilishwa katika mkondo geu (AC) kwa kutumia inveta.

Vipengele vya jumla vya mfumo wa sola vinahusisha:

- ***Seli ya fotovoltaiki*** imepangwa katika moduli, imepangwa katika mpangili[1]: hii ni miraba myembamba, Diski au filimu ya vifaa ambavyo vinapitisha kwa kiasi fulani ambacho kinazalisha volti na mkondo wakati inapokutana na mwanga wa jua.
- ***Kidhibiti chaja***: kifaa cha kudhibiti umeme kinachorekebisha volti ya betri.
- ***Utunzaji wa Betri***: njia ambayo hutunza mkondo mfululizo (DC) wa nguvu ya umeme.
- ***Inveta***: kifaa cha umeme ambacho hubadilisha mkondo mfululizo kuwa mkondo geu (AC) kuendesha mzigo ambao unahitaji mkondo geu.
- ***Mzigo wa DC na AC***: vifaa, magari na vifaa vinavyoendeshwa kwa kutumia mkondo mfululizo au unaobadilika

[1] Module ni seli ya fotovoltaiki iliyounganishwa pamoja na kutabakishwa kati ya matumizi wazi ya aina nyingi (superstrate) (glazing) na ufupishaji wa matumiz ya aina moja (substrate). Upangaji ni moduli moja au zaidi pamoja na uwekaji wa vyombo vya chuma na kufungwa pamoja kwa waya katika volteji maalumu.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 21 15.12.18 22:55



SOLAR PANEL

1.4 FAIDA ZA TEKNOLOJIA YA FOTOVOLTAIKI

Mifumo ya fotovoltaiki inatoa faida nyingi kuhusu mabadiliko ya vyanzo vya umeme.

Uthabiti: Hata katika mazingira magumu, mifumo ya fotovoltaiki imethibitisha uthabiti wake. Mipangilio ya PV inazuia kushindikana katika hali ambayo uendeshaji endelevu ni muhimu.

Uimara: Moduli nyingi zimethibitishwa kutoka kwa mtengenezaji kuzalisha umeme kwa miaka 25, na zitaendelea kuzalisha vizuri zaidi ya kipindi cha muda huo uliopangwa.

Gharama ndogo ya matengenezo: Vifaa vya usafirishaji na watumishi kuelekea maeneo ya pembezoni kwa ajili ya matengenezo ya vifaa au kazi ya ukarabati ni gharama kubwa. Kwa kuwa mifumo ya PV ya umeme wa jua inahitaji ukaguzi wa mara kwa mara na matengenezo ya kila baada ya kipindi fulani, gharama hizi kimsingi ni ndogo kuliko mifumo inayoendeshwa ya ubadilishaji.

Hakuna gharama ya mafuta: kwa kuwa hakuna chanzo cha mafuta kinachohitajika, hakuna gharama yoyote inayohusiana na ununuzi, utunzaji wala usafirishaji wa mafuta.

Uchafuzi wa sauti uliopunguzwa; Mifumo ya Fotovoltaiki inafanya kazi kimyakimya pamoja na ujongevu mdogo.

Moduli ya Fotovoltaiki: Moduli zinaweza kuongezwa kwa kuongezeka katika mfumo wa fotovoltaiki kuongeza umeme.

Usalama: mifumo ya PV haihitaji matumizi ya fueli zinazowaka na ni salama wakati imeandaliwa vizuri na kuwekwa.

Uhuru: Watumiaji wengi wa PV katika makazi hutumia nishati pekee

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 23 15.12.18 22:55

katika vifaa kama hamasa ya awali kwa ajili ya kufuata teknolojia mpya.

Upelekaji wa umeme katika ngazi ya chini ya gridi: Kiwango kidogo cha umeme kilichopelekwa katika vituo vya chini hupunguza uwezekano wa kutoa nje gridi ya umeme.

Utendaji wa mwinuko mkubwa: Kuongezeka kwa kuhami umeme katika miinuko mikubwa kunasababisha utumiaji wa fotovoltaiki kwa faida, kwa kuwa matokeo ya umeme yametumika kikamilifu. Kinyume chake, jenereta la dizeli lililopo katika mwinuko mkubwa lazima lipungue uwezo kwa sababu ya kupoteza ufanisi na matokeo ya umeme.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 24 15.12.18 22:55

1.5 UDHAIFU WA TEKNOLOJIA YA FOTOVOLTAIKI

Fotovoltaiki ina baadhi ya udhaifu ukilinganisha na mfumo wa ubadilishaji umeme.

Gharama za awali: Kila ujenzi wa PV lazima utathiminiwe katika mkabala wa kiuchumi na ukilinganisha na mibadala iliyopo. Jinsi gharama za vyanzo vya ubadilishaji wa fueli unavyoongezeka, mifumo hii itakuwa na ushindani zaidi wa kiuchumi.

Ubadilikaji wa mionzi ya Jua : Hali ya hewa inaweza kuathiri kwa kiasi kikubwa matokeo ya mfumo wa nishati ya umeme. Tofauti katika hali ya hewa au hali ya eneo yanahitaji marekebisho katika mtindo wa mfumo.

Utunzaji wa nishati: baadhi ya mifumo ya PV inatumia betri kwa ajili ya kutunzia nishati, kuongeza ukubwa, gharama na utata wa mfumo.

Kuboresha ufanisi: Matumizi ya gharama ndogo ya fotovoltaiki yanahitaji mbinu ya ufanisi wa hali ya juu katika matumizi ya nishati. Hii mara nyingi huonyesha ubadilishaji wa vifaa visivyokuwa na ufanisi.

Elimu: mifumo ya PV inawasilisha teknolojia mpya na isiyojulikana; watu wachache wanaelewa thamani na uwezekano wake. Ukosefu huu wa taarifa unapunguza soko na kukua kwa teknolojia.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 25 15.12.18 22:55

1.6 MASUALA YA MAZINGIRA, AFYA NA USALAMA

Umeme unaozalishwa kutokana na fotovoltaiki hauna madhara katika mazingira ukilinganisha na vyanzo vya uzalishaji wa ubadilishaji wa nishati. Hata hivyo, kuna masuala ya mazingira, afya na usalama yanayohusia na uzalishaji, matumizi na tiba ya kifaa cha fotovoltaiki.

Uzalishaji wa kifaa cha kielektroniki unazingatia nishati. Kwa upande mwingine, moduli za fotovoltaiki, huzalisha umeme zaidi katika kipindi cha uzalishaji wake kuliko muda unaotumika kuuzalisha. Uwiano wa nishati haujafikiwa kwa kawaida baada ya wastani wa mwaka mmoja hadi miaka mitatu.

Kama katika mchakato wa uzalishaji, kuzalisha moduli ya fotovoltaiki mara nyingi husababisha hatari za mazingira na afya. Wafanyakazi wanaweza kuwa katika mazingira yenye gesi, kama vile mtetemo wa fosfeti, uondoaji wa chumvi, na mchanganyiko wa kadimiamu. Wazalishaji wamechukua hatua za kupunguza hatari katika mazingira na wafanyakazi kwa kutekeleza kwa makini michakato ya kiwandani na mfumo wa ufuatiliaji.

Usalama kwa ajili ya mafundi wa uwekaji wa teknolojia hiyo ni jambo la kuzingatia pia. Watumishi wenye sifa za kutumia kifaa ambacho kinafuata viwango vya usalama wa taifa, wanapaswa kujenga mifumo ya fotovoltaiki.

Utupaji wa hatari za fotovoltaiki. Moduli nyingi za sola zinatarajiwa kudumu kwa muda wa angalau miaka 25. Vifaa vingi vinaweza kurejelezwa au kutumika tena (kwa mfano vifungashio vya glasi na kioo, fremu za alumini), lakini ni urejeshaji wa vipitishi kiasi kinaanza kushughulikiwa kiwandani.

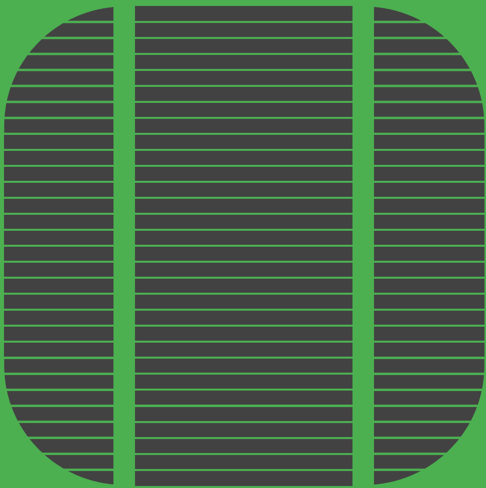
mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 26 15.12.18 22:55

1.7 VIPENGELE VYA MFUMO WA FOTOVOLTAIKI

Mifumo ya fotovoltaiki imejengwa kutokana na vipengele muhimu vifuatavyo:

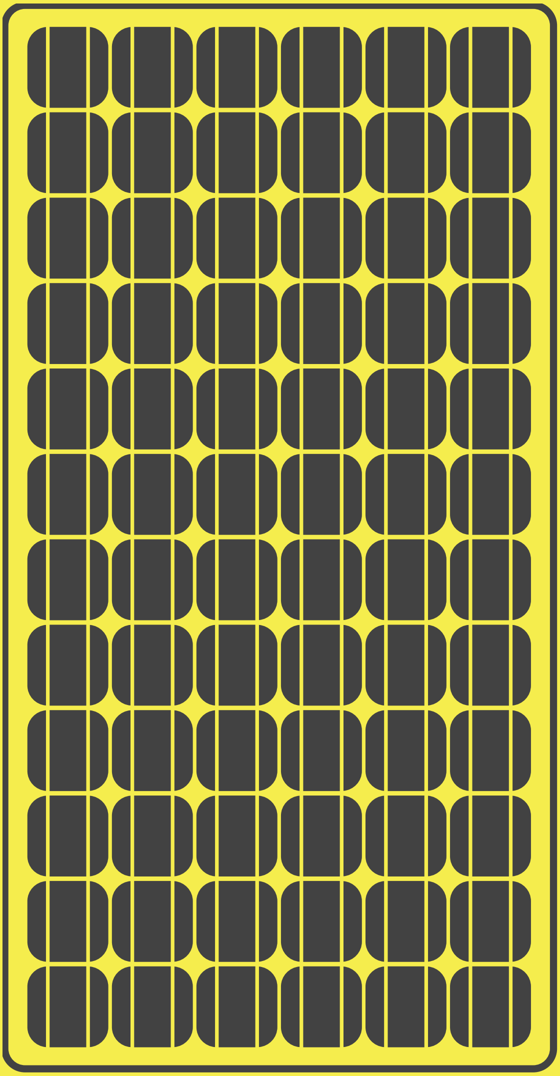
Seli ya fotovoltaiki: mraba mwembamba, diski au filamu za vifaa vinavyopitisha kiasi ambavyo huzalisha volti na mkondo wakati vikiwekwa kwenye jua.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 27 15.12.18 22:55

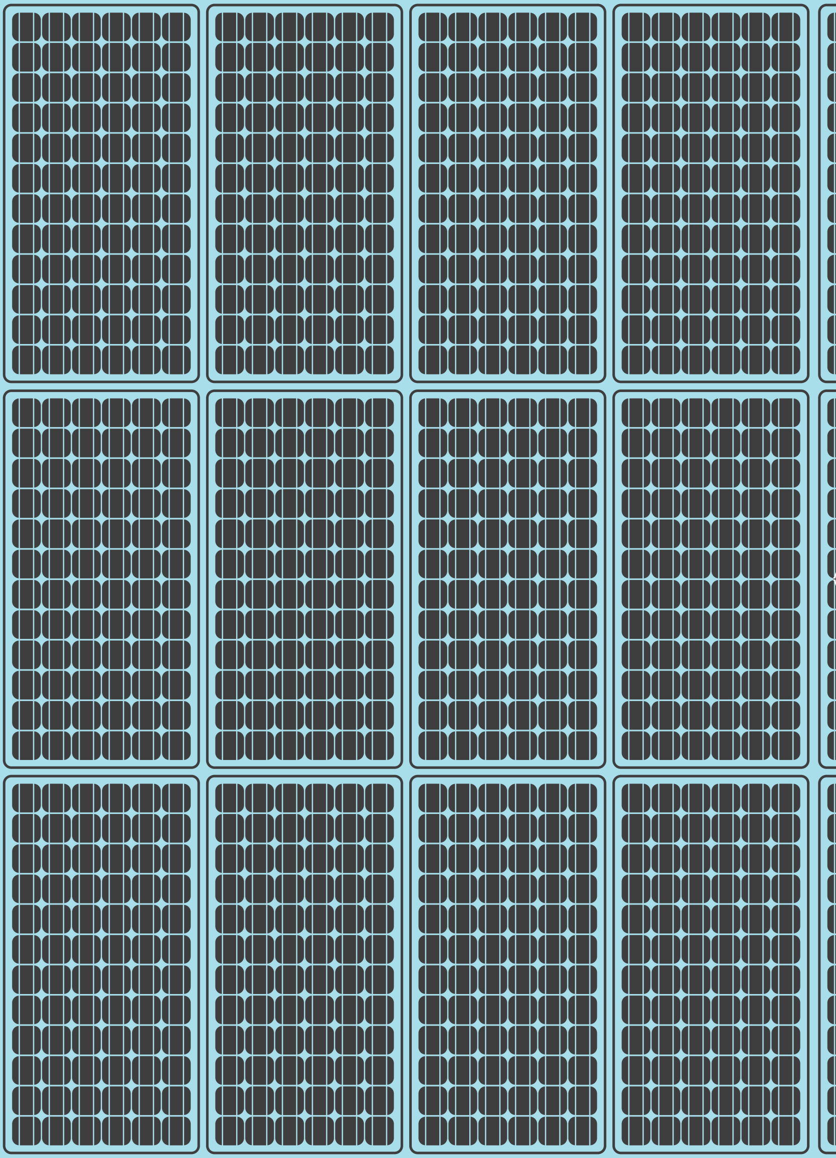


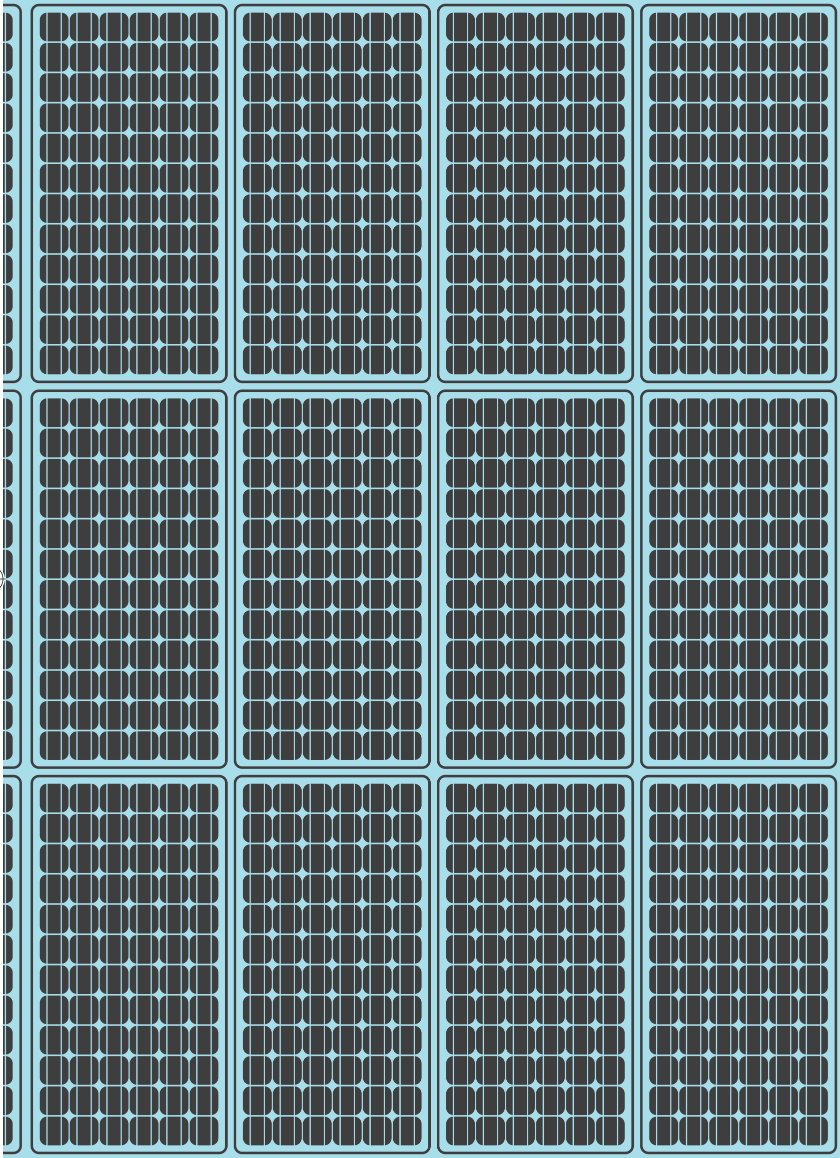
SELI: Umbo la seli za PV zilizogundishwa kati ya supersaturate (mkwaruzo) na encapsulating substrate.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 28 15.12.18 22:55



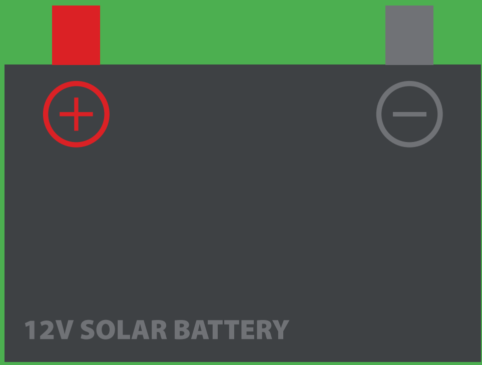
MODULI: Moduli moja au zaidi zilizochapuzwa pamoja (mara nyingi hutumika kwa kubadilishana na moduli).



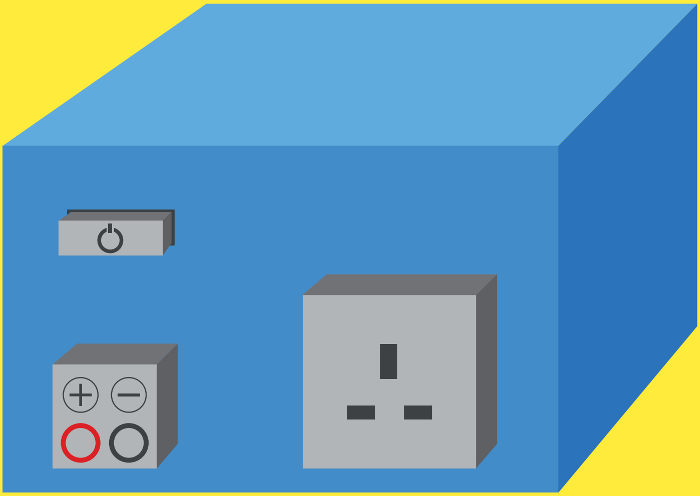


AREYI: Paneli moja au zaidi zilizounganishwa kwa waya kwa ajili ya volti maalumu na kuchapuzwa katika muundo wa ufungaji.

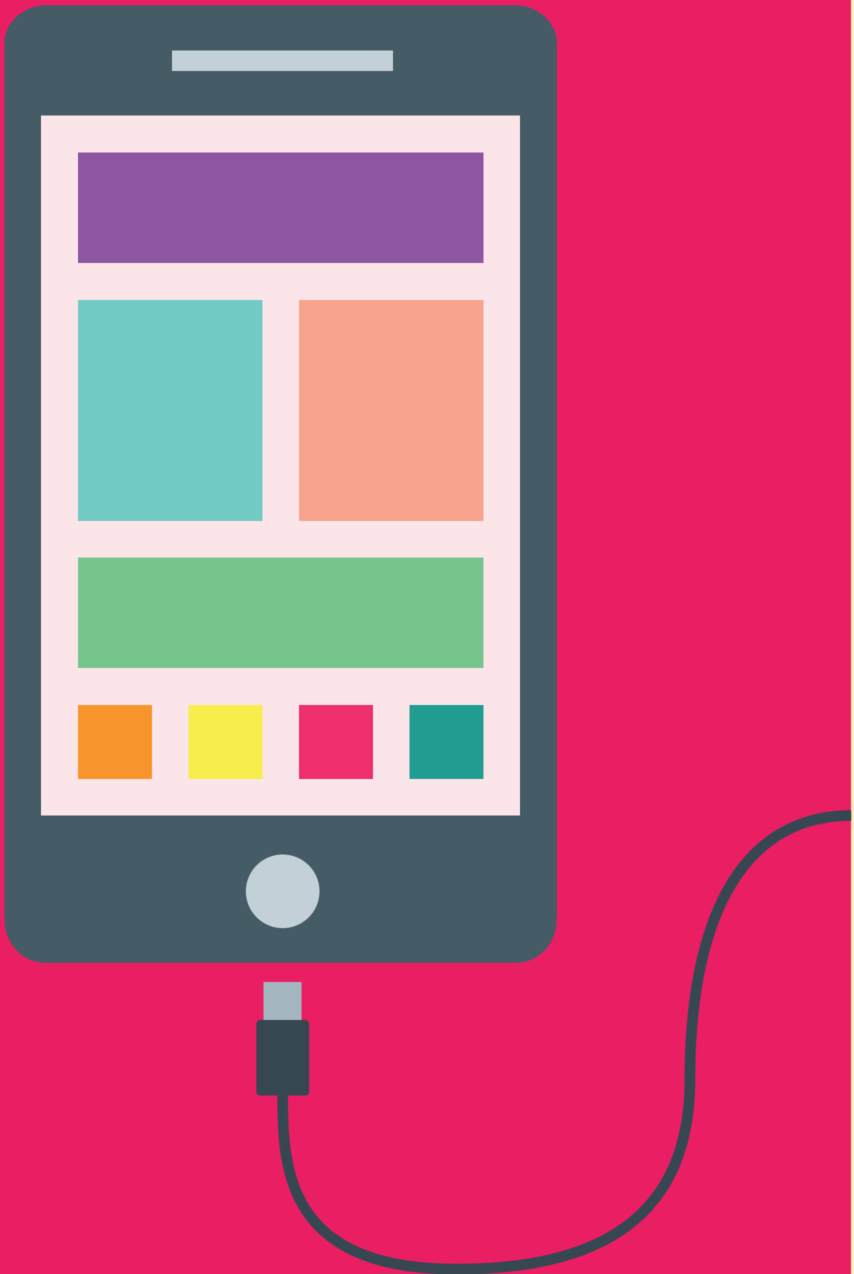
KIDHIBITI CHAJI: Kifaa ambacho hurekebisha volti ya betri



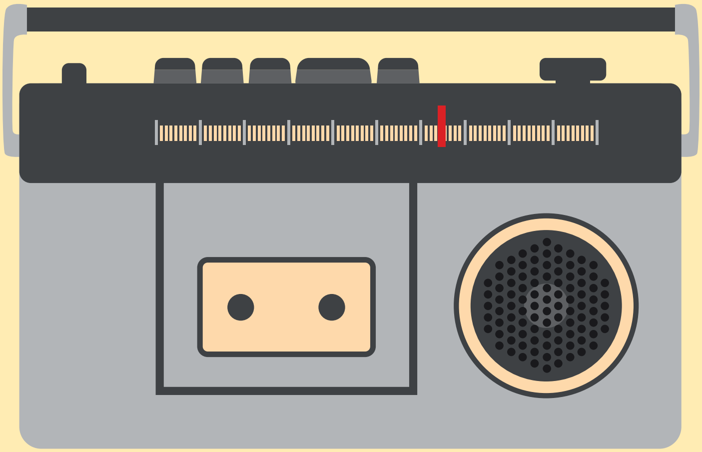
BETRI: Kifaa ambacho kinahifadhi kwa kemikali, mkondo mfululizo wa nishati ya umeme.



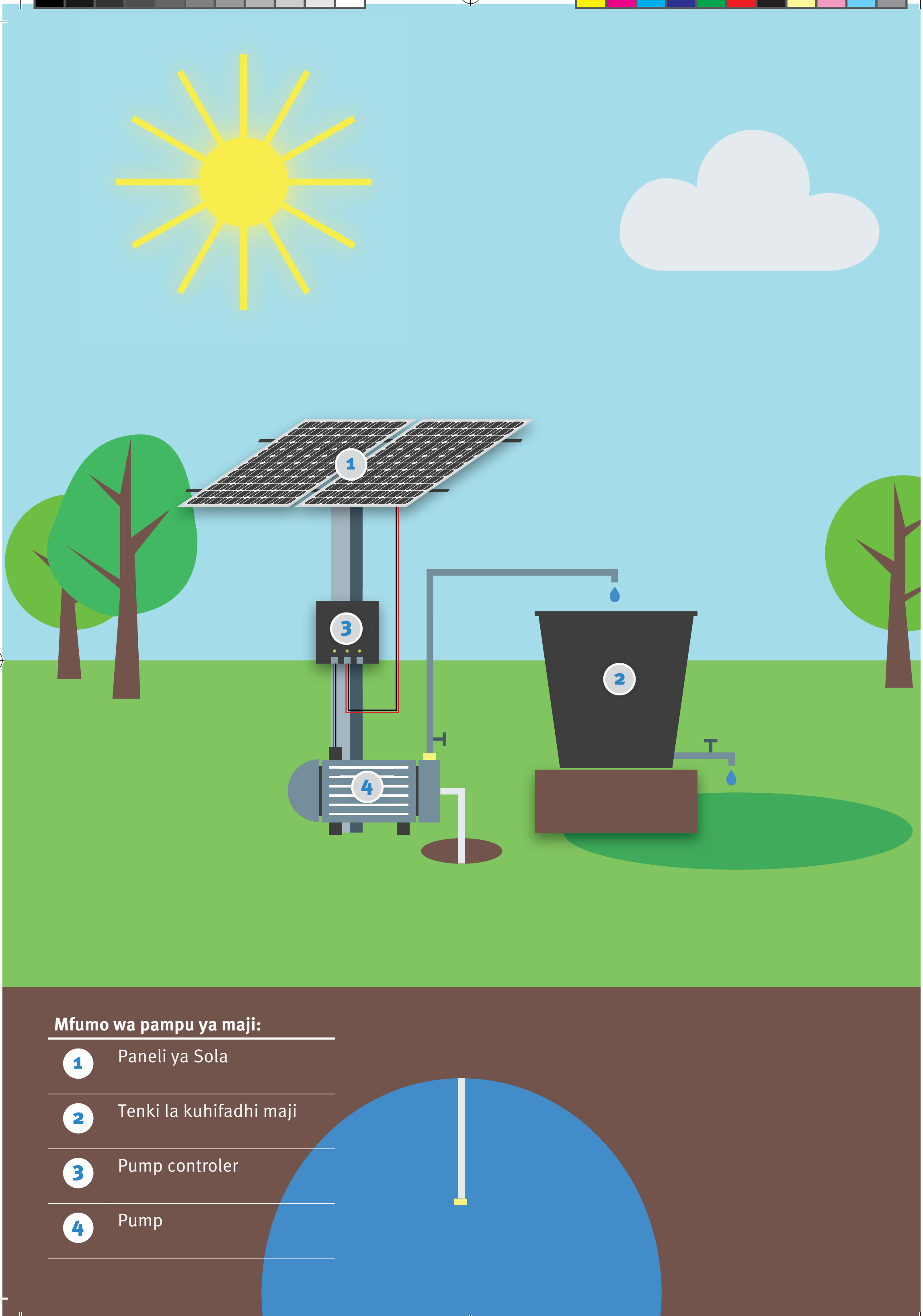
INVETA: Kifaa cha umeme ambacho kinabadilisha mkondo mfululizo hadi katika mkondo geu (AC).



MZIGO WA DC: Vifaa, magari na kifaa kilichounganishwa kwa kutumia mkondo mfululizo.



MZIGO WA AC: Vifaa, magari na kifaa kilichounganishwa kwa kutumia mkondo geu.



Mfumo wa pampu ya maji:

1. Paneli ya Sola
2. Tenki la kuhifadhi maji
3. Pump controler
4. Pump

2.0 SURA YA PILI: MIFUMO YA FOTOVOLTAIKI

2.1 AINA ZA MFUMO WA FOTOVOLTAIKI

Mifumo ya fotovoltaiki inaweza kuundwa kwa njia nyingi. Kwa mfano mifumo mingi ya kwenye makazi inatumia uhifadhi wa betri kuendesha vifaa wakati wa usiku. Badala yake, mifumo ya pampu ya maji mara nyingi hufanya kazi: Mfumo mkubwa wa biashara unaweza kuwa na inveta kuendesha vifaa vya AC, ambapo mfumo ambao ni chumba kidogo utakuwa na uwezekano wa kuendesha vifaa vya DC tu na hakitahitaji inveta. Baadhi ya mifumo imeunganishwa katika matumizi ya gridi, wakati mingine inafanya kazi kwa kujitegemea.

2.2 BETRI YA FOTOVOLTAIKI ILIYOUNGANISHWA – MIFUMO WA KUCHAJI

Mifumo hii inaunganisha vifaa vyake vyote, ikiwa ni pamoja na matumizi, katika kifungasho kimoja. Utaratibu huu unaweza kuwa wa

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 37 15.12.18 22:55

kiuchumi unapoja-liza au kubadilisha mfumo wa betri ya kutumia na kutupa. Vifaa vidogo vina-kamilika pamoja na betri inayochajiwa na kuunganishwa na chaja za betri za PV, ni mfano wa kawaida. Taa za sola na chaja za fotovoltaiki kwa ajili ya betri za redio zina soko dunia nzima. Vifaa kwa ajili ya tochi, saa na redio za foto-voltaiki vinaweza kimsingi kubadili vifaa vilevile ambavyo vinatumia betri za gharama kubwa, zinazoharibika na zinazotumika na kutupwa.

2.2.1 MIFUMO INAYOTUMIKA MCHANA

Mifumo rahisi, ya kisasa na ya gharama kubwa ya fotovoltaiki imetengenezwa kwa ajili ya matumizi ya mchana tu. Mifumo hii ina moduli zilizounganishwa kwa waya moja kwa moja katika vifaa vya DC, bila kuwa na kifaa cha kuhifadhi. Wakati jua likiwaka katika moduli, kifaa kinatumia umeme unaozalishwa. Viwango vya juu vya kuhami umeme (jua kali) husababisha matokeo makubwa ya umeme na uwezo mkubwa.

Mfano wa mifumo inayotumika mchana ni pamoja na:

- Kupampu maji kutoka mbali au karibu kwa ajili ya tanki la kuhifadhia.
- Uendeshaji wa feni, vyombo vya kusukumia hewa, visambazaji vya kusambaza nishati ya joto la ardhi kwa ajili ya mifumo ya uchemshaji wa maji ya sola au mifumo ya mzunguko wa hewa.

2.3 MIFUMO YA MKONDO MNYOOFU YENYE BETRI ZILIZOHIFADHIWA

Kuendesha mzigo wakati wa usiku au wa hali ya mawingu, mifumo ya PV inapaswa kuhusisha njia ya kutunzia nishati ya umeme. Betri ni njia maarufu ya utatuzi. Mizigo ya mfumo inaweza kuendeshwa kwa

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 38 15.12.18 22:55

kutumia betri wakati wa mchana au usiku, kuendelea au kwa vipindi, bila kujali hali ya hewa. Aidha, hifadhi ya betri , ina uwezo wa kusambaza mkondo wa hali ya juu kwa kipindi kifupi, kwa kuipa mifumo uwezo wa kuwasha magari au kufanya kazi nyingine ngumu. Vipengele hivi muhimu vya mfumo ni pamoja na module za PV, kidhibiti chaja, betri za kuhifadhia na vifaa (mzigo wa umeme wa mfumo)

Hifadhi ya betri inaweza kuanzia ukubwa wa tochi ndogo hadi ya ukubwa wa dazani za betri kubwa za viwandani. Betri zinazorejelewa zimetengenezwa kuhimili kuchajiwa kwa kiasi kikubwa na kisha kuchajiwa kikamilifu wakati jua linawaka. (Betri za Conventional automobile) sio nzuri kufaa kwa matumizi ya mifumo ya fotovoltaiki na kudumu.) Ukubwa na umbo la hifadhi ya betri unategemea volti zinazotumika za mfumo na kiasi cha matumizi ya usiku. Aidha, hali ya hewa ya ndani inapaswa kuzingatiwa katika kuweka ukubwa wa hifadhi ya betri. Idadi ya moduli inapaswa kuchaguliwa kwa kuchajiwa vya kutosha kwa betri wakati wa mchana.

Betri lazima zisiruhusiwe kutozichaji kwa kiasi kikubwa ama kuchajiwa kupita kiasi au hali itahitaji kwa kiasi kikubwa. Kidhibiti chaji kitazuia betri kutochaji kupita kiasi moja kwa moja haitaunganisha moduli hiyo kutoka katika hifadhi betri inapokuwa tayari imejaa. Baadhi ya vidhibiti chaji pia huzuia betri kufikia kiasi cha hatari cha chini kwa kusimamisha usambazaji wa umeme katika mzigo wa DC. Kutoa udhibiti wa chaja ni muhimu ili kuimarisha utendaji wa betri kwa ujumla lakini mfumo wa PV ulio rahisi zaidi.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 39 15.12.18 22:55

2.4 KIDHIBITI CHAJI

2.4.1 KAZI YA KIDHIBITI CHAJI

Kazi kuu ya kidhibiti chaji ni kuilinda betri dhidi ya kuchajiwa kupita kiwango kinachotakiwa na kutumia chaji iliyohifadhiwa kupita kiwango kinachotakiwa, kwa kufanya hivyo itaisaidia kurefusha maisha ya betri. Taa ya kiashirio hutoa taarifa kuhusu utendaji kazi wa mfumo.

ANALOJIA 2: KIDHIBITI

Kama unakusanya mionzi ya jua kwa kutumia moduli ya Sola na kuhifadhi umeme uliozalishwa katika betri, unapaswa kuacha kuchaji mara tu betri linapokuwa limejaa chaji. La sivyo betri litachajiwa kupita kiwango na linaweza kupasuka au kupunguza ufanisi wake wa utendaji kazi. Kidhibiti chaji, hufanya kazi ya kuzuia betri kuchajiwa kupita kiwango kinachotakiwa. Kama unaku-sanya maji ya mvua (miali ya jua) katika paa lako 'ndoo' (moduli ya PV) na kuyahifadhi katika tanki la kuhifadhia (betri), unapaswa kuacha kujaza (kuchaji) tenki la kuhifadhia (betri) linapojaa. Vinginevyo tanki la kuhifadhia (betri) litafurika (kuchajiwa kupita kiasi) na linaweza kupasuka. Valvu (kidhibiti chaja) zitatumika kuzuia ujazaji.

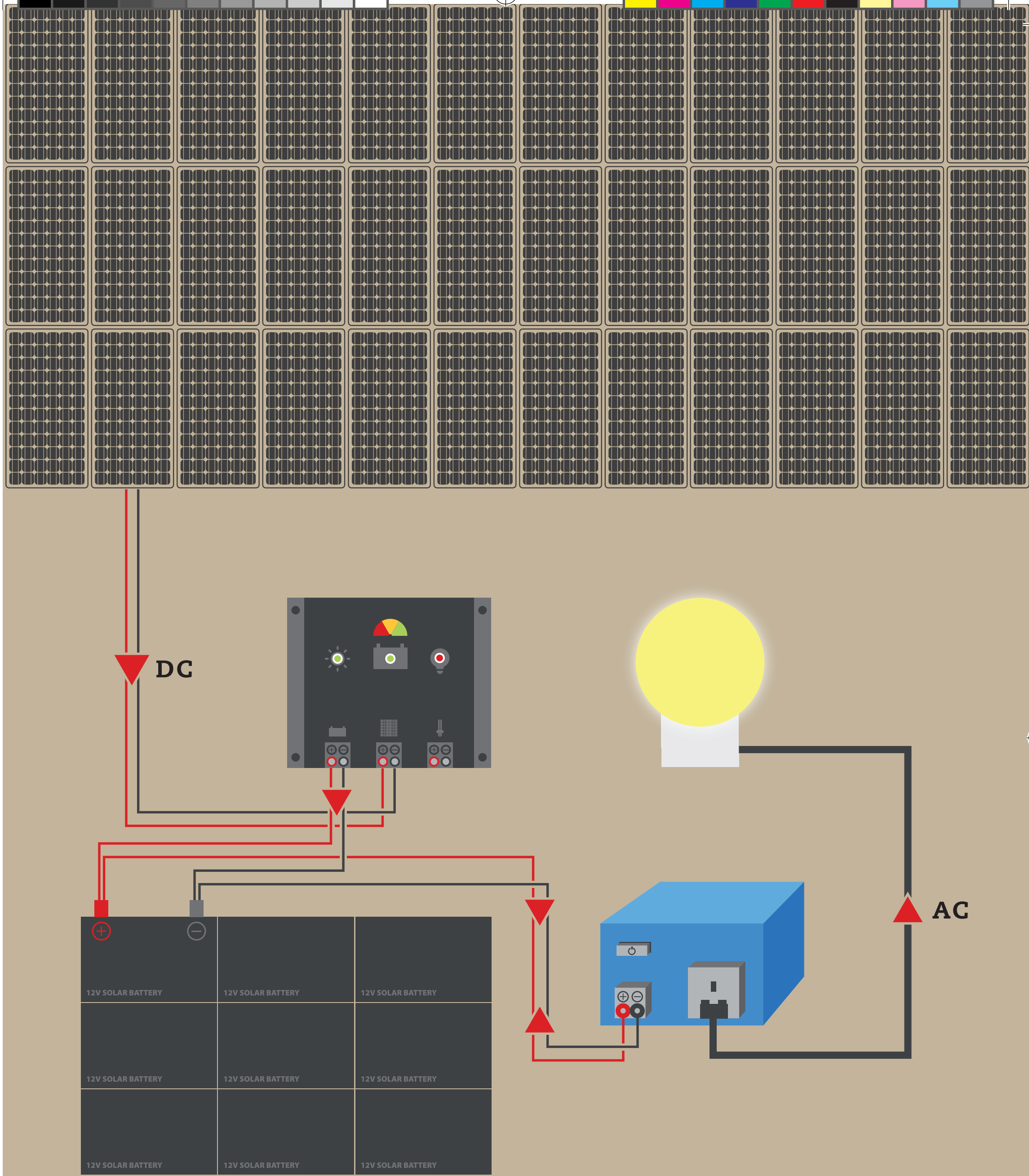
A| Kidhibiti chaji huzuia kuchaji kupita kiwango kinachotakiwa.

B| Kidhibiti chaji kinarekebisha mtiririko wa umeme kuelekea katika vifaa vya umeme.

C| Kidhibiti chaji huilinda chaji iliyohifadhiwa ndani ya betri isitumiwe kupita kiwango.

D| Kidhibi chaji huzuia mtiririko wa umeme pindi inapotokea shoti sakiti.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 40 15.12.18 22:55



SOLAR PV SYSTEM (DC SYSTEM)

Mfumo wa ukusanywaji wa maji ya mvua:		Mfumo wa fotovoltaiki:	
1	Paa la Nyumba	1	Paneli ya Sola
2	Tenki la kuhifadhi maji	2	Betri ya kuhifadhi chaji
3	Mabomba ya kusafirisha maji kutoka na kwenda kwenye tenki	3	Waya za kusafirisha umeme kutoka na kwenda kwenye betri
4	Valvu (Koki) za kufungulia maji kwenye mabomba	4	Kidhibiti chaji cha kudhibiti mtiriko wa umeme
5	Vifaa (Bomba ya mvua) vya kutumia maji	5	Vifaa (Taa) za kutumia umeme

Kidhibiti chaji kinatumika sana na ni kifaa muhimu katika mfumo wa nishati jadidifu; kinafanya kazi nyingi, miongoni mwake ni; kulinda betri, kulinda paneli na vifaa. Aidha, hutoa pia mrekebisho kwa mtumiaji kuhusu hali ya mfumo, kama vile iwapo betri inachaji au imejaa au iko tupu. Ni muhimu sana kwa mtu kuwa na uelewa wa kutosha kuhusu umuhimu wake na baadhi ya uundaji wake wa msingi, matengenezo na njia za utatuzi kama wakati mwingine inaweza kuwa vigumu kumshawishi mteja kununua kidhibiti chaji. Hata kama vidhibiti chaji vya bei raisi vinapatikana sasa, kimsingi havina ubora wa kuridhisha na vile ambavyo vina ubora bado vina vya gharama kubwa.

2.4.2 TABIA KUU

- Kiashirio cha sola cha kuonyesha kama sola inachaji huwa ni cha taa ndogo ya LED au mita inayoonyesha maandishi.
- Kizingiti cha volteji kwa ajili ya kuchaji.

KIASHIRIO CHA CHAJA YA SOLA		
	Kizingiti cha juu (moduli ikiwa imeunganishwa)	Kizingiti cha chini (moduli ikiwa haijaunganishwa)
Betri ya maji	14.5V (kwenye nyuzi joto 25° C)	12.8V (kwenye nyuzi joto 25° C)
Betri iliyofungwa	14.1V (kwenye nyuzi joto 25° C)	12.8V (kwenye nyuzi joto 25° C)

Kutochaji kwa kizingiti cha volteji

KIASHIRIO CHA CHAJA YA SOLA	
Betri ya maji	Kati ya 10.5 V na 11.9 V
Betri iliyofungwa	Kati ya 11.4 V na 11.9 V

- Aina inayorekebishika: Kwa kutumia relay au bila relay, pigo lenye kuchaji kwa moduli (Pulse width modulation) PWM.
- Weka upya (Wakati volteji ya betri inapoongezeka hadi kiwango cha kutosha): Inayojiendesha yenyewe (kwa mfano, kwa 12.6 V) au ya kutumia mikono.
- Kizingiti cha mwisho wa chaji kikiwa na fidia ya joto: kwa mfano 14.1 V katika nyuzi joto 25° C na 13.83 V katika nyuzijoto 40.
- Chaji ya kuongeza nguvu: Inaruhusu kwa kuchaji kwa vipindi (baada ya kutounganishwa kwa mizigo).
- Kinga ya umeme: sakiti dhidi ya shoti (fyuzi au dayode zinazozuia) na radi.
- Kinga dhidi ya ncha zinazokingana: fyuzi au dayode zinazozuia.
  NB: Kizingiti cha volteji kwa mfumo wa 24 V ni mara mbili ya mfumo wa 12 V.
- Kizingiti cha kutochaji kinaamua wastani wa kiwango cha juu cha kutochaji kulikoidhinishwa (au Kiwango cha Juu cha Kina cha Kutochaji) kabla betri haijaunganishwa katika mfumo na kisha mizigo. Kizuizi kinapokuwa kikubwa, ndiyo muda mrefu ambao betri itatumika (kwa mfano 11.9 V ni nzuri zaid ya 10.5 V .

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 44 15.12.18 22:55

NB: Ni muhimu kusoma maelezo ya kitaalamu kwa kila kidhibiti ili kujua tabia zake mahususi (kwa mfano, maana za viashirio na alana, kinga yoyote ya ndani ya umeme ambayo inaweza kushughulikia mahitaji kwa ajili ya fyuzi za nje kati ya betri na kidhibiti, n.k).

2.4.3 UFAFANUZI

Kidhibiti chaji kina idadi kubwa ya ufafanuzi. Thamani za muhimu zaidi ni: Volteji inayofanya kazi (V): Hii ni volteji ambayo kidhibiti chaji kitafanyia kazi.

Mkondo wa kiwango cha juu cha Ampia (A): Kidhibiti chaji kinapaswa kucha-guliwa kwa makini kwani kila chaji imetengenezwa kutumia mkondo fulani. Kumbuka kwamba kama paneli nyingi zimeunganishwa katika mfululizo, mkondo uliozalishwa utaongezeka. Kidhibiti kina viashirio kadhaa, mara nyingi mwanga wa LED, ambao unaonyesha iwapo betri inachaji, iwapo lodi imeacha kuchaji kwasababu ya kutochaji na iwapo kuna tatizo lolote katika mfumo huo.

2.4.4 UENDESHAJI

Kidhibiti cha chaji ni kifaa ambacho kitapaswa kuunganishwa na betri pamoja na paneli na kutoa matokeo kwa ajili ya vifaa vitakavyotumika. Ina kazi nyingi zifuatazo:

- Kukinga dhidi ya kuchaji betri kupita kiasi na hivyo kuongeza urefu wa maisha ya betri hiyo;
- Kama betri imechajiwa kupita kiasi, uhai wake unapungua kwa kiasi kikubwa. Kwa hiyo kuchaji kunapaswa kusimamishwa wakati betri imejaa. Kidhibiti chaji kinapima volteji ya betri na pamoja nayo hali ya kuchaji. Kama kiwango cha ampea kiko juu kiasi cha kutosha itaacha

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 45 15.12.18 22:55

kuchaji.

KUZUIA DHIDI YA KUTOCHAJI BETRI KWA KINA KWA BETRI NA HIVYO KUONGEZA UHAI WA BETRI HIYO;

Kama betri haichaji kwa kina, uhai wake unapungua kwa kiasi kikubwa. Kwa hiyo kutochaji kunapaswa kusimama wakati betri iko chini. Kidhibiti chaji kinapima volteji ya betri pamoja na hali ya kuchaji. Kama kiwango cha volteji kiko chini sana, husimamisha kutochaji kwa kuzima vifaa. Wakati mwingine hili linaweza kukera lakini ni muhimu kuzuia betri dhidi ya uharibifu. Kutoa taarifa kwa mtumiaji kuhusu hali ya betri wakati wa kuchaji:

Kidhibitii chaji kinatoa taarifa kwa mtumiaji kwa mwanga wa kiashirio. Kwa njia hii mtumiaji anaweza kuamua iwapo betri imejaa au ni tupu na iwapo paneli za sola zinachaji betri. Kwa kuwa mwanga wa kiashirio, kidhibiti chaji ni mahali panapofaa kuanza linapotokea tatizo katika mfumo wenye dosari. Kwa hiyo basi ni vyema kufuata mwongozo wa mtumiaji juu ya tafsiri sahihi ya ishara iliyotokea.

2.4.5 UKUBWA WA KIDHIBITI CHAJI

Ili kuwa na ukubwa unaofaa wa kidhibiti chaji katika mfumo wa nishati jadidifu, mtu anapaswa kuelewa matumizi ya kila siku ya mteja kwa Wati/saa (Wh)

- Kimsingi, ukubwa wa paneli, kidhibiti chaji na betri kinaweza kukokotolewa. Tumia njia ifuatayo ya ukokotoaji
- Mahitaji ya nishati ya kila siku (Daily Energy Need) ya mteja: ……… Wh
- Ukubwa wa paneli: DEN (Wh) × 0,30 = ……… Wp
- Ukubwa wa betri ya sola: DEN (Wh) × 0,33 = ……… Ah

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 46 15.12.18 22:55

2.5 BETRI YA MTAMBO WA UMEME WA JUA

2.5.1 UTANGULIZI

Moduli hii itafafanua kuhusu sehemu muhimu sana ya mfumo wa nishati jadidifu; betri. Bila kuwa na betri, hakutakuwa na hifadhi ya nishati kama ilivyozalishwa na hivyo mfumo hautafanya kazi wakati ambapo utakuwa unahitajika zaidi nyakati za usiku, wakati hakuna mwanga (wa jua). Betri ni kifaa ambacho hutunza umeme unaotoka katika kitengo cha uzalishaji (12 V/ 24 V Mkondo mfululizo, DC) kwa kutumia mchakato wa kemikali. Betri ni moja ati ya vipengele hatari zaidi vya mfumo na hivyo ni muhimu ambavyo unaweza kumshauri mteja kuhusu jinsi ya kufunga, kutunza na matumizi ya betri. Moduli hii itajadili kwa kina betri ni nini, ubora wake muhimu ni upi na kuna aina zipi tofauti za betri.

2.5.2 UENDESHAJI

Betri ni kifaa ambacho kinatumia michakato ya kemikali kati ya risasi na tindikali kutunza na kuruhusu nishati.

Matokeo ya kemikali yatakayojitokeza katika betri wakati imechajiwa yanahakikisha kwamba betri inatunza nishati. Wakati nishati inahitaji kutumika kutoka katika betri kutumia kifaa cha mtu, mchakato wa kemikali hugeuzwa, hivyo kuachia mtiririko wa elektroni, inayotoa nishati.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 47 15.12.18 22:55

2.5.3 UFAFANUZI/MAELEZO DHAHIRI

Betri zina idadi kubwa ya maelezo ambayo mtu anapaswa kuyatambua. Thamani za muhimu zaidi ni:

VOLTI INAYOFANYA KAZI (V): Hii ni volti ya kawaida inayofanya kazi katika betri. Kwa betri nyingi hii ni Volti 12 lakini pia kuna baadhi ya betri zenye volti 24.

KIWANGO CHA NISHATI (AH) Betri yoyote ina kiwango maalumu cha nishati/umeme, ambacho kimetolewa kwa Ampea – saa. Hii inaweza kutafsiri-wa kwa urahisi katika kiwango cha kawaida cha nishati ya umeme (Wh) kwa kuizidisha kwa volti inayofanya kazi. Wh = V × Ah

KINA CHA KUTOCHAJI (DOD): Dhana hii inarejelea kiwango kipi cha betri ambacho hakikuchajiwa katika mzunguko wake. Wakati betri haijachaji-wa kwa zaidi ya 50 % ya uwezo wake, mzunguko unakuwa 'mzunguko wa kina', wakati haijachajiwa kwa 20 - 30 % inarejelea 'mzunguko mdogo'. Kwa ujumla, inaweza kusemwa kwamba mzunguko mdogo utaongeza maisha ya betri na hivyo kufaa katika 'mzunguko wa kina'.

MZUNGUKO: Hii ni dhana ambayo imekuwa ikitumika kufafanua maisha/muda wa kuishi wa betri, kwani muda huu wa kuishi unafafanuliwa kwa kutumia mizunguko kadhaa ambayo betri inaweza kufanya. Mzunguko mmoja ni kuchaji na kutoshaji. Mzunguko wa maisha wa betri unatofautiana kuhusiana na: Aina ya betri (betri zinazotumia tindikali zilizo wazi/lead acid battery au betri zisizotumia tindikali zilizofungwa/sealed).

Kina cha kuiondoa katika chaji (mzunguko mdogo vs. wa kina)

| Kuchaji hadi ijae kabla ya kuitowesha chaji iliyohifadhiwa.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 48 15.12.18 22:55

UHAI NA USALAMA WA BETRI: ANDAA ORODHA YA USALAMA NA JADILI

Kutochaji vizuri au kuchaji kupita kiasi kwa betri kunaweza kuwa hatari kwani hii inaweza kusababisha milipuko. Kwa hiyo, ni muhimu kwamba mtumiaji wa mfumo rejelevu wa nishati awe na taarifa ya kutosha kuhusu matumizi ya vipengele tofauti na hususani kuhusiana na betri. Betri isiwekwe katika mazingira na mahali popote, betri iwekwe katika chumba ambacho watoto au wanyama hawana nafasi ya kugusa vifaa vyake. Ni vizuri sana kuweka betri katika boksi ambalo ni kavu na lenye ubaridi na linalopitisha hewa. Betri zina kemikali na dutu, na kwa hiyo zinapaswa kutupwa kwa uangalifu. Madini yaliyotumika kutengeneza betri ni hatari, inaweza kusababisha sumu katika mazingira na inaweza kuwadhuru binadamu. Kwa hiyo, betri zinapaswa kurejelezwa katika njia sahihi. Muuzaji wa ndani anaweza kutoa mwongozo kwa ajili ya utupwaji wa betri.

- ***Joto***. Idadi kubwa ya mzunguko, ndiyo urefu wa maisha utakavyokuwaMwongozo wa matumizi ya betri

Mwongozo huu wa Betri utakuwezesha kujua matumizi na kukupa taarifa za namna ya utunzaji na matengenezo ya betri za sola.

Tafadhali soma vizuri mwongozo huu wa namna ya kutumia betri. Itakusaidia kufikia ufanisi wa juu na maisha marefu kwa betri yako.

2.5.3.1 VIFAA VINAVYOHITAJIKA WAKATI WA UFUNGAJI WA BETRI

Ili kuzingatia usalama, inashauriwa kutumia vifaa vifuatavyo ili kuweza kuepukana na hatari ambazo zinaweza kumpata mfungaji wa mtambo wa nishati ya Jua.

- Miwani ya jua na glavu.
- Maji baridi ya betri (Mfano: de-ionized, osmosisi iliyorejeshwa nk.)
- Baking soda
- Mafuta ya kupaka (Mfano: mafuta vasseline, dawa ya kuzuia kutu-ya kupulizia nk.)
- Hydromita
- Kipimio cha kutochaji/HRDT (Kama kinapatikana)
- Chaja ya betri

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 50 15.12.18 22:55

2.5.3.2 UFUNGAJI WA BETRI

Ili kuhakikisha umefunga betri zako kwa ufasaha na kwa usalama tafadhali tumia muongozo ufuatao:

A| *USALAMA*

- Daima vaa nguo zinazoshauriwa kuvaliwa wakati wa kufanya kazi na betri kama vile: ovaroll, apron, gloves na miwani ya kujilinda unaposhughulika na betri.
- Usivute sigara karibu na betri!
- Hakikisha betri iko mbali na: Cheche za moto, moto na aina yoyote ya chuma (Vinaweza sababisha mlipuko).
- Hakikisha unatumia spana yenye mpira ili kuepusha uwezekano wa kugusanisha ncha ya hasi na ya chanya.
- Epuka tindikali kugusa kwenye ngozi.
- Endapo tindikali (Acid) itagusa kwenye ngozi yako au machoni, safisha kwa maji mengi haraka.
- Hakikisha kwamba muunganiko wa waya kwenye temino za betri zimekazwa vizuri; zikikazwa sana au zikiwa zimelegea zitasababisha uharibifu wa vichwa vya temino kuvunjika, kuyeyuka au kusababisha moto.
- Ili kuepuka shoti, ni vema kutukuweka vifaa juu ya betri.
- Weka betri mahali penye hewa ya kutosha.
- Usijaribu na hairuhusiwi kuongeza tindikali katika betri.

B| *UUNGANISHAJI WA BETRI*

Waya wa betri unafanya muunganiko baina ya betri, vifaa na mfumo wa kuchaji.Uunganishaji mbovu unaweza kupelekea ufanisi mbovu wa mfumo na uharibifu wa temino, kuyeyuka au moto. Kuhakikisha unafunga katika kiwango kinachotakiwa, tafadhali tumia mwongozo ufuatao kujua unene wa waya.

C| *UKUBWA WA WAYA*

Ukubwa wa waya unapaswa kuchaguliwa ambao utamudu kupitisha umeme kulingana na kiwango cha mzigo utakaotumika.

D| *NAMNA NA THAMANI YA KUUNGANISHA KWA NGUVU INAYOTAKIWA*

Hakikisha unakaza kebo ili kuwe na muunganiko sahihi bayana ya temino. Kukaza temino kupita kiwango kunaweza kupelekea temino kuvunjika na kupoteza muunganiko ambapo itakupa matokeo ya kuyeyuka temino au moto.
ANGALIZO: Tumia spana ambayo ina mkono wenye mpira wakati wa ufungaji wa temino za betri.

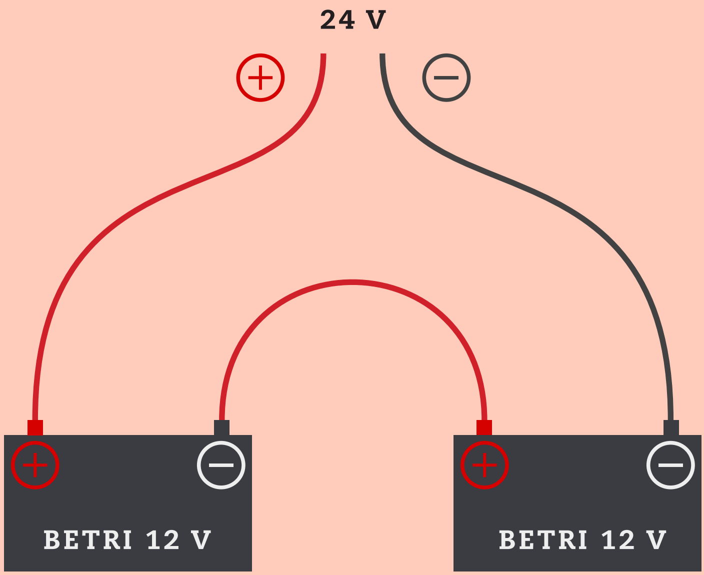
E| *KULINDA TEMINO ZA BETRI*

Kutu inaweza kujijenga katika vichwa vya betri endapo hazitatunzwa katika hali ya usafi na ukavu. Ili kuzuia kutu, paka mafuta (Vasseline) au mafuta mengine yanayopendekezwa katika kuzuia kutu ambayo yanaweza kupatikana katika mazingira uliyopo.

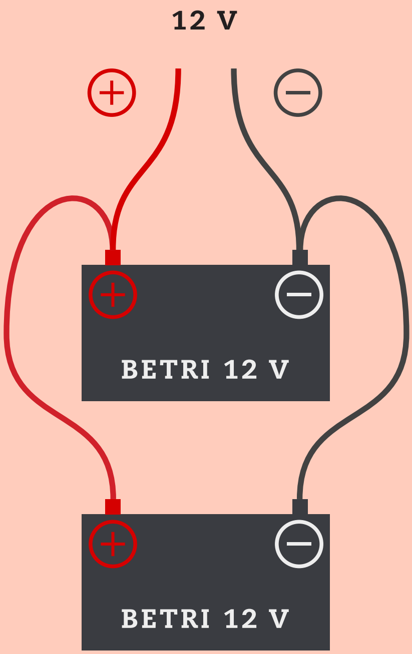
F| *KUPITISHA HEWA*

Betri huzalisha kiwango kidogo cha gesi wakati ikitumika, hasa wakati ikipokea chaji. Betri za Gel na AGM kiujumla hazitoi gesi ila inaweza kutoa endapo tu; itakuwa imejenga mgandamizo wa juu wakati ikipokea chaji/ ikichajiwa. Ni vyema na kuchaji betri katika chumba

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 52 15.12.18 22:55



MCHORO NAMBA 1: Muungo Sanjari



MCHORO NAMBA 2: Muungo Sambamba

chenye hewa ya kutosha.Miundo ya uunganishaji wa betri ili kuongeza chaji katika mfumo

MUUNGO SANJARI

Ili kuongeza voltage, unganisha betri zako katika muungo sanjari. Hii haitaongeza ukubwa wa mfumo wako.

Rejea Mchoro namba 1 kwa muungo sanjari.

MUUNGO SAMBAMBA

Ili kuongeza ukubwa wa mfumo, unganisha betri katika muungo sambamba. Hii haitaongeza Voltaji ya mfumo.

Rejea Mchoro namba 2 kwa muungo sambamba.

MFANO:

Betri mbili za 6V zenye uwezo wa 225 Ah
Zilizounganishwa sambamba
Volteji ya mfumo : 6V + 6V = 12V

Uwezo wa mfumo = 225 Ah

MFANO:

Betri mbili za 6V zenye 225 Ah
Zilizounganishwa kwa usambamba
Volteji ya mfumo: V6

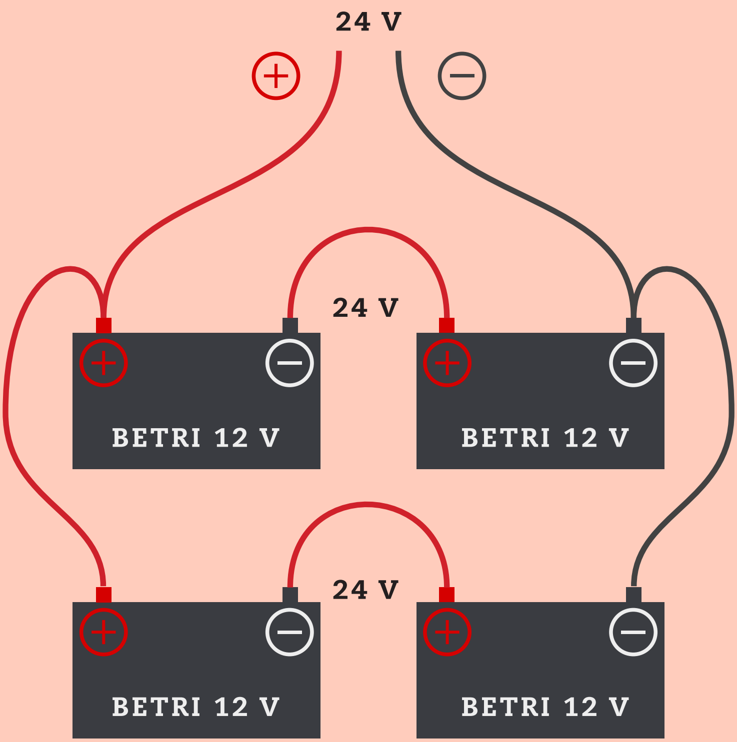
Uwezo wa mfumo = 225 Ah + 225 Ah = 450 Ah

MUUNGO SANJARI/SAMBAMBA

Ili kuongeza ukubwa na voltage, unganisha betri za ziada za saambamba na sanjari.

Rejea Mchoro namba 3 kwa muungo sanjari/sambamba

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 54 15.12.18 22:55



MCHORO NAMBA 3: Muungo Sanjari/Sambamba

2.5.3.3 UWEKAJI WA BETRI

Betri inapaswa kuwekwa wima na si kuilaza au kuweka mahali ambapo hapako paliponyooka. Maji ya betri huweza kumwagika endapo betri haitawekwa wima na kuwekwa upande au kwa ulalo. Betri za GEL au AGM hazivujishi maji endapo zikiwekwa upande.

G| *MATUNZO NA MATENGENEZO*

G.1 *Ukaguzi*

Tathmini muonekano wa nje wa betri. Upande wa juu wa betri na temino za betri zinapaswa kuwa safi, kavu na haina kutu.

Rejea kipengele cha usafi

Ikiwa kuna maji maji juu ya betri (flooded/wet battery) hii inamaanisha kwamba betri ilijazwa maji kupita kiwango kinachotakiwa.

G.2 *Rejea kipengele cha maji baada ya kuchaji*

Endapo kuna maji maji juu ya betri hali hii humaanisha kuwa betri imechajiwa kupita kiwango na ufanisi na maisha ya betri yatapungua.
Angalia muunganiko na waya za betri. Badilisha kebo yoyote iliyoharibika na ukaze waya ambazo zimelegea.

G.3 *Usafi*

- Angalia vitundu vyote vya kupumulia kama vipo katika usalama na kwa usahihi katika betri.
- Safisha juu ya betri, temino na viunganishi kwa kutumia kitambaa au brashi na mchanganyiko wa magadi soda ya kuumulia (baking soda) pamoja na maji ili kufiisha nguvu ya tindikali. Usiruhusu mchanganyiko unaotumia kusafishia kuingia ndani ya betri.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 56 15.12.18 22:55

- Osha kwa maji safi na ukaushe kwa kitambaa kikavu.
- Pakaa petroleum jelly au aina nyingine ya mafuta (yanayoshauriwa tu) ambayo yanaweza kupatikana karibu nawe.
- Hakikisha betri inakaa katika hali ya ukavu na usafi wakati wote.

H| *KUWEKA MAJI (BETRI ZA KUJAZA MAJI/ZA UNYEVU)*

Daima haishauriwi kuongeza maji kwenye betri za gel au AGM kwa kuwa hizi hazipotezi maji wakati wa utendaji kazi/zikitumika. Betri za kujaza maji /unyevu zinahitaji kuongezwa maji baada ya muda kulingana na ujazo wa maji kwa wakati huo. Chaji betri yako mpaka ijae chaji kabla ya kuongeza maji.

- Fungua vifuniko na uvifunike ukiwa umevigeuza juu ya matundu ya betri, ili kuzuia uchafu kuingia ndani ya betri. Angalia ujazo (level) wa maji ya betri.
- Ikiwa ujazi (level) wa maji ya betri uko juu ya visahani (plates), sio lazima kuongeza maji zaidi.
- Baada ya kuongeza maji, rudishia vifuniniko katika matundu.
- Hairihusiwi kutumia maji ya bomba kwa kuongeza katika betri, kwa kutumia maji ya bomba au maji yasiyo na ubora utafupisha au kuua betri yako.

I| *KUCHAJI NA KUSAWAZISHA*

I.1 *Kuchaji*

Ni muhimu kuchaji betri kwa ufasaha ili kuongeza ufanisi. Kuchaji kupita kiwango na kuchaji kidogo kunapunguza maisha ya betri. Ili kuchaji katika kiwango kinachotakiwa, soma maelekezo kutoka kwenye kijitabu cha mashine itakayotumika kuchajia.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 57 15.12.18 22:55

- Betri inapaswa kuchajiwa kila baada ya kuwa imetumika.
- Betri zichajiwe katika eneo lenye hewa ya kutosha.
- Angalia kiwango cha maji ya betri ili kuwa na uhakika kuwa plates zimefunikwa na maji kabla ya kuanza kuzichaji (betri za kujaza maji/zenye unyevu tu).
- Angalia vifuniko vyote kama viko katika hali ya usalama kabla ya kuanza kuchaji betri.
- Epuka kuchaji betri kwenye nyuzi joto zaidi ya 49° C (120° F).

I.2 *Kuhifadhi betri*

- Ichaji betri kwanza kabla kuihifadhi.
- Betri ihifadhiwe sehemu isiyo na joto, sehemu kavu.
- Betri itenganishwe na loads ili kuepukana na betri kutowesha chaji.
- Kwa kawaida betri hujitowesha chaji pindi ikiwa imehifadhiwa (self discharge).
- Endapo betri imetolewa kutoka stoo, ichajiwe kabla ya kuanza kutumika na kupimwa Volteji (Fungua Voltegi ya sakiti).

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 58 15.12.18 22:55

2.6 VIGEUZA MKONDO (INVETA)

ANALOJIA 3: INVETA

Labda maji ya kunywa (DC ya umeme) yanahitaji kusafishwa (AC) katika kitengo cha ubadilishaji (inveta).

Analoji:

A| Inagharimu nishati katika ubadilishaji wa umeme (inveta inatumia nishati).

B| Maji yaliyosafishwa hayawezi kutunzwa katika chanzo kwani yatachafuliwa tena. (Hakuna uwezekano wa utunzaji wa umeme wa AC kwenye betri).

C| Bado unaweza kutumia maji kwa kazi kama hiyo (umeme wa AC na DC unaweza kutumika kwa matumizi yaleyale, ingawa teknolojia tofauti zitapaswa kutumika!).

UFAFANUZI

Matokeo ya kiwango cha juu ya wati (W) – idadi ya wati ambazo inveta inaweza kuendelea kuzalisha.

Wati za mawimbi – idadi ya wati katika inveta inaweza kuzalisha kwa muda (sekunde 15-30).

Ufanisi ni 95-98 % kwa Inveta zilizobadilishwa mawimbi (modified) na kwa inveta zenye mawimbi ya umeme ambayo hayajabadilishwa (Pure sine wave) huwa ni 80-95 %, mawimbi yamekadiriwa katika kiwango fulani cha wati.

Kiwango cha volti za DC (Volti 10.5 - 15 kwa ajili ya moduli 12 V). AC kama ilivyo inarejelewa kuwa ni aina ya umeme unaosambazwa na

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 59 15.12.18 22:55

makampuni ya umeme. AC maana yake ni mkondo unaobadilika; inabadilisha jinsincha kutoka chanya hadi hasi na chanya tena.

2.6.1 INVETA ZA MRABA ZA MAWIMBI ZILIZOREKEBISHWA

Aina hii ya inveta inatumia Transista za Athari ya Ugani au virekebishi vya silikoni vilivyodhibitiwa kuwasha viingia vya mkondo mfululizo hadi zao/vilawa vya mkondo geu. Saketi hizi changamani zinaweza kushughulikia mawimbi makubwa na kutoa zao/vilawa vya ulinganifu mdogo wa mbuo. Mtindo huu wa inveta unafaa zaidi kwa kuendesha aina mbalimbali za vyombo vya umeme, ikiwa ni pamoja na mota, taa na vifaa vya kawaida vya umeme kama vile televisheni na redio. Hata hivyo, baadhi ya vyombo vya kielektroni vinaweza kuchukua kelele ya inveta inayoendeshwa kwenye inveta ya mraba iliyorekebishwa. Pia, maoveni (Oven) na mikrowevu (Microwave) ambayo inafanya kazi, kwa watunza muda wa kidijiti yatafanya kazi ama haraka au taratibu kwenye inveta za mraba za mawimbi zilizorekebishwa. Pia haishauriwi kuchaji robota la betri kwa vifaa visivyo na ugwe kwenye inveta za mawimbi ya mraba.

2.6.2 INVETA ZA MAWIMBI YA SAINI

Inveta za mawimbi ya saini zinatumika kuendesha mitambo nyeti ya kielektroni ambayo inahitaji ubora wa juu wa aina ya mawimbi. Ni inveta za kawaida leo katika matumizi ya nyumbani na vina faida kubwa dhidi ya inveta za mraba za mawimbi zilizorekebishwa. Inveta hizi zimeundwa rasmi kutoa matokeo kwa ulinganifumdogo wa umbuo, kuwawezesha kuendesha hata vifaa vya kielektroni nyeti zaidi. Zina uwezo mkubwa wa mawimbi na kuweza kuwasha kirahisi aina nyingi za

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 60 15.12.18 22:55

mota. Kwa matumizi ya kufungiwa gridi lazima utumie inveta ya mawimbi ya saini.

2.6.3 TABIA ZA INVETA

Muundaji wa mfumo azoee tabia zilizopo za inveta kabla ya kuichagua moja. Katika sehemu zijazo tutachambua tabia maalumu kwa aina maalumu ya inveta: Inayosimama Peke yake inayofungwa gridi, na Inayofungwa gridi na virejezi vya betri.

A| *TABIA ZA KAWAIDA ZA INVETA*

Zifuatazo ni tabia zilizopo ambazo zinaweza kuwepo kwenye inveta zote:

B| *UFANISI MKUBWA*

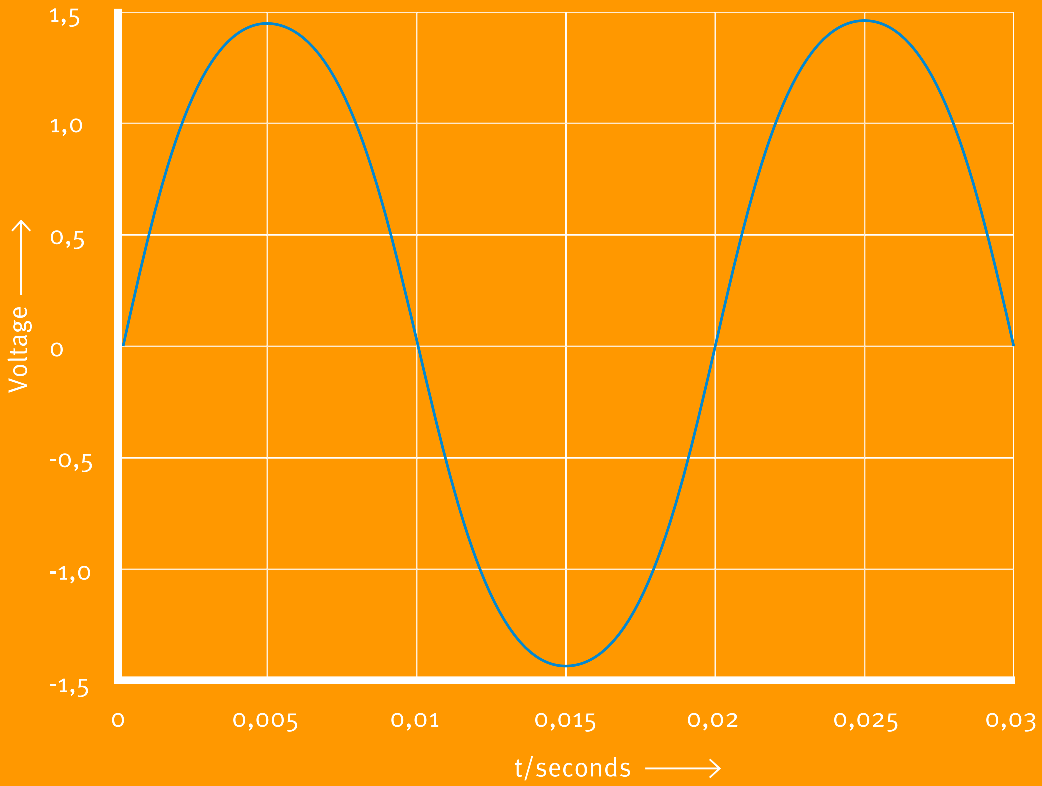
Inveta nyingi leo zinageuza asilimia 90 au zaidi zao/viingia vya mkondo mfululizo kwenda kwenye zao/viingia vya mkondo geu. Watengenezaji wengi wa inveta wanadai ufanisi mkubwa, hata hivyo, inveta zinaweza kuwa na ufanisi tu zikiendeshwa katika kiwango fulani cha karibu cha matokeo/vilawa. Inveta mara nyingi hutumika kuvipa vyombo umeme chini ya kiwango cha kijazo/kapasita.

Kwa hiyo, mara nyingi ni busara kuchagua kipimo chenye kiwango cha ufanisi mkubwa dhidi ya aina nyingi za vyombo vya umeme.

B.1 ***Upotevu uliopo wa chini:*** Inveta iwe ya ufanisi mkubwa wakati hakuna vyombo vinavyofanya kazi.

B.2 ***Kanuni ya marudio:*** Inveta idumishe zao/vilawa vya 50 Hz (katika Jamhuri ya Muungano wa Tanzania) dhidi ya hali mbalimbali za viingia.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 61 15.12.18 22:55



MAWIMBI HALISI YA SAINI

B.3 ***Ulinganifu wa umbuo:*** Inveta ionyeshe vilele vya viingia visivyotakiwa kupunguza athari za joto lenye madhara kwenye vifaa.

B.4 ***Urahisi wa kufanya matengenezo madogo:*** inveta iwe na saketi ya moduli ambayo ni rahisi kubadilishwa ugani.

B.5 ***Kuaminika:*** Inveta itoe matengenezo madogo ya kutegemewa ya muda mrefu.

B.6 ***Kigezo cha urekebishaji wa nishati:*** Inveta idumishe uwiano wa juu kati ya chanzo cha nishati na mahitaji ya chombo cha umeme.

B.7 ***Uzito mwepesi:*** Inveta iwezeshe ufungaji na huduma zinazofaa.

C| ***TABIA YA UCHAGUZI WA INVETA***

Pamoja na kazi za msingi zilizoorodheshwa hapo juu, zifuatazo ni tabia zinazotakiwa kwa inveta.

D| ***UENDESHJI WA KIDHIBITI MBALI NA AU USIMAMIZI WA DATA:***

Inveta inaweza kudhibitiwa, kupangiliwa na/au kusimamiwa kutoka mahali pa mbali.

E| ***SWICHI YA KUHAMISHA CHOMBO CHA UMEME:***

Mwongozo wa uwashaji wa chombo unaruhusu inveta moja kufikia mzigo wa juu zaidi/vyombo vya umeme vingi kunapotokea kushindwa. Hili limefanywa kuongeza kuaminiwa kwa mfumo kwenye mifumo yenye inveta nyingi/zaidi ya moja.

F| ***UWEZO KWA UENDESHAJI SAMBAMBA:***

Katika baadhi ya mifumo ni faida kutumia inveta zaidi ya moja. Inveta hizi zinaweza kuunganishwa sambamba kushughulikia vyombo zaidi kwa wakati mmoja.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 63 15.12.18 22:55

G| ***UWEZO KWA UENDESHAJI WA MFUATANO:*** Katika mifumo yenye inveta nyingi, tabia hizi zinaiwezesha inveta kuendesha vyombo vya umeme vyenye volteji za juu zaidi.

2.6.4 INVETA ZISIZO NA BETRI ZILIZOFUNGWA GRIDI

Idadi ya gridi zilizofungwa mfumo wa PV imeendelea kuongezeka kwa namna ya kuvutia kila mwaka. Kwa sababu ya jambo hili idadi ya chaguzi/moduli za gridi zilizopo zilizofungwa inveta imeendelea kuongezeka vilevile katika Soko la Dunia.

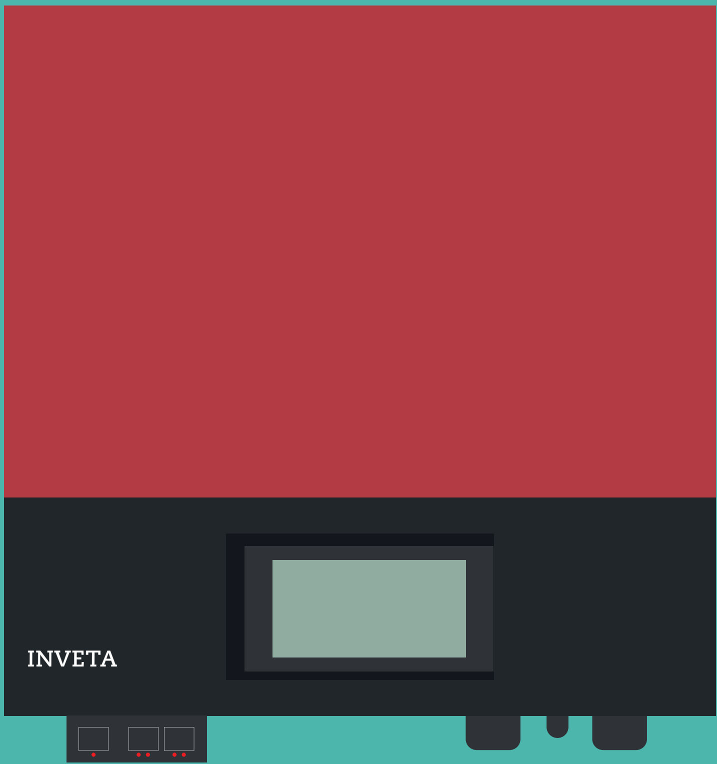
Vyombo vingi vilivyounganishwa na inveta havitumii hifadhi/benki ya betri badala yake vimeunganishwa moja kwa moja kwenye mkondo wa umma, kutumia mkondo wa nishati kama betri ya hifadhi. Wakati jua linawaka, umeme unakuja kutoka kwenye antenaerio ya PV kupitia kwenye inveta. Iwapo antena/erio ya PV inafanya nishati nyingi zaidi ya inayotumika, ziada inauzwa kwenye kampuni ya nishati kupitia mita ya umeme. Iwapo unatumia nishati zaidi ya usambazaji wa antena/erio ya PV nishati itafanya tofauti. Pia, usiku na wakati wa hali ya hewa ya mawingu, nishati yote inatoka kwenye gridi.

Tabia halisi za inveta zilizofungwa gridi zisizo na betri.

Wastani wa Upitishaji wa Nishati (MPPT): Gridi zote za inveta zilizopo leo zitapitisha nishati ya kiwango cha juu cha antena/erio.

Ulindaji dhidi ya Dosari ya Ardhini (GFP): Kwa vile ulindaji dhidi ya dosari ya ardhini unahitajika na NEC kwa baadhi ya mifumo, inveta nyingi zilizofungwa gridi leo zina GFP iliyojengwa kwenye inveta.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 64 15.12.18 22:55



INVETA ZISIZO UNGANISHWA NA BETRI

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 65 15.12.18 22:55

A| ***MIUNGANIKO YA AC/DC:***

Baadhi ya inveta zimejenga ndani miunganiko ya AC & DC na /au ulindaji dhidi ya mkondo uliozidi. Miunganiko ya ziada ya nje inaweza kuhitajika kuondoa kwa usalama inveta kwa ajili ya matengenezo.

B| ***UZINGO WA JARABATI HALIHEWA:***

Inveta nyingi zilizofungwa gridi zimeundwa kwa ufungaji wa nje na zina uzingo wa jarabati halihewa.

C| ***UAINISHAJI WA BETRI ZENYE INVETA AMBAZO HAZIJAFUNGWA GRIDI***

Kuainisha inveta ambazo hazijafungwa gridi, vifuatavyo lazima vithibitishwe:

AC za zao/vilawa vya Wati – wakati wa kuunda mfumo uliofungwa gridi, ukubwa wa antena/erio utaamuliwa ama kwa kuwianisha na vyombo vya umeme, bajeti ya mteja, au mahali, vikwazo. Pindi ukubwa wa antena/erio utakapoamuliwa, inveta itahitaji kupita jumla ya wati zilizoungani-shwa za antena/erio za PV. Thamani hii inakokotolewa kwa kutumia wati zenye viwango vya STC kwenye upande wa inveta kwa kuizidisha kwa inveta kwa ufanisi. Hili husababisha zao/vilawa vya wati za AC kwenye inveta. Watengenezaji wengi pia watatoa thamani hii kama: 'zao/vilawa vya DC za Wati' kwenye inveta.

Zingatia: Kwa sababu ya kigezo cha viwango vya ziada, kama vile joto, wati zilizounganishwa za antena/erio kwenye hali ya hewa ya joto wati za zao/vilawa vya AC yenye viwango kadri ya uanishaji wa mtengenezaji. Zao/vilawa vya volteji-inveta nyingi zilizofungwa gridi leo zinahitaji viingia vya volteji za juu za DC. Kwenye mpangilio wa antena/erio lazima kutumia moduli nyingi katika mfuatano, kama

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 66 15.12.18 22:55

inavyohitajika, kufikia volteji hii ya juu. Muundaji lazima ahakikishe kuwa volteji ya antena/erio kamwe haitoki/haianguki au kuzidi volteji ya zao/vilawa vya inveta kupitia misimu tofauti na siku nzima.

Muundaji anatakiwa kuwa sehemu ambako kuna hali ya hewa ya joto wakati volteji imepungua, antena/erio ya PV kamwe haiondoki kwenye volteji ya uendeshaji. Iwapo volteji itaondoka, inveta itazima vifaa (load) kutakuwa hakuna uzalishaji wa nishati.

Mtengeneza pia lazima athibitishe wakati hali ya hewa inapokuwa ya baridi na volteji ya antena/erio kuongezeka, volteji kamwe haizidi volteji ya inveta, hili litaepusha uharibifu wa wazi na mkubwa wa kipimo.

D| *VOLTEJI YA ZAO/VILAWA*

Inveta zinazotengenezwa kwa ajili ya mifumo ya makazi zina volteji inayotoka ya ama 120 V au 240 V katika baadhi ya nchi kwa ajili ya mifumo iliyofungwa gridi, volteji zote hizi zinazotoka zinafaa kwa majumbani. Iwapo zao/vilawa vya inveta ni V 120, unda ncha mvunjiko katika paneli ya matengenezo kurudi nyuma. Iwapo zao/vilawa vya inveta ni V 240, muundaji aunde kikataji kilichopo kwenye mfumo wa PV, muundaji atahitaji kuamua volteji ambayo jengo litawekwa waya. Volteji za inveta halisi zinazoweza kutumiwa kwa mifumo ya kibiashara ni V 120, V 240, V 280 au V 480. Wakati muundaji atakapohitaji kuchaguliwa kwa zao/vilawa sahihi za volteji.

Mkondo – Inveta idumishe utokaji wa Hz 50 katika Jamhuri ya Muungano wa Tanzania.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 67 15.12.18 22:55

2.6.5 GRIDI ZILIZOFUNGWA VIREJEZI VYA INVETA VYA BETRI

Inveta ya betri iliyofungwa gridi ni changamani zaidi kuliko inveta za betri ambazo hazijafungwa gridi kwa sababu wanahitaji kuuza nishati kwenye gridi, sambaza nishati kwenye virejezi vya vyombo vya umeme wakati wa uondoaji (ikiwa ni pamoja na mawimbi), na chaji betri kutoka kwenye gridi baada ya uondoaji. Inveta hizi zinahitaji kuwa na tabia sawa na inveta zilizofungwa zisizo na betri wakati wa kuuza nishati kwenye umeme, na inveta ya kusimama mwenyewe wakati inalisha vyombo vilivyorejezwa wakati wa uondoaji.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 68 15.12.18 22:55

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 69 15.12.18 22:55

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 70 15.12.18 22:55

3.0

SURA YA TATU: MISINGI YA UMEME WA FOTOVOLTAIKI

3.1 ISTILAHI

Umeme ni mtiririko wa elektroni kwenye saketi kutoka sheemu moja kwenda nyingine. Nguvu au msukumo wa elektroni zinazotembea kwenye saketi hupimwa kama volteji. Kiwango cha mtiririko wa elektroni hupimwa kama nguvu ampea. Nishati ya mfumo hupimwa kama wati.

Voti ni kipimo cha nguvu (msukumo wa umeme) ambacho husababisha elektroni kutiririka kwenye waya. Voti huandikwa kwa kifupi V, au kuelezwa kwa alama E. Msukumo wa umeme wakati mwingine hujulikana kama nguvu yenye mwendoumeme (EMF), na hupimwa na kifaa kiitwacho Voltimita. Baadhi ya volteji za kawaida zinazotumiwa katika mifumo ya shughuli za mwanga wa umeme zinajumuisha 12 V, 24 V, 48 V. Nyumba nyingi hutumia mifumo ya 120 V na 240 V.

Nguvuampea au ampea ni kipimo cha mkondo wa umeme unaopita kwenye waya. Ampea hufupishwa kama A au kuelezwa kwa alama I (kwa nguvu ya mkondo) na hupimwa kwa kifaa kiitwacho Ampiamita (Amperemeter). Ni kama bomba/kipande cha bomba kinachoundwa kwa kiwango cha maji yanayopita ndani yake, waya huundwa kulingana na kiwango cha elektroni (ampea) zinazopita ndani yake. Ampea moja ya mkondo unaopita kwa saa moja hujulikana kama ampea-saa (Ah). Istilahi ampea-saa kwa kawaida hutumika wakati wa kuelezea uwezo wa betri. (Kwa taarifa zaidi kuhusu njia za uundaji wa waya).

Wati ni kipimo cha nishati ya umeme sawa na mkondo wa ampea mojachiniyamsukumowavotimoja. Watiinaonyeshakiwango ambacho kifaa kinatumia nishati ya umeme au kiwango ambacho nishati ya umeme huzalishwa. Kwa vile watumiaji wanahitaji kupima kiasi gani cha umeme walichotumia, wati-saa, ni kipimo kilichochaguliwa cha

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 72 15.12.18 22:55

nishati, ni kipimo muhimu ambacho

hutumia nishati ya umeme katika kiwango cha wati moja kwa saa moja kiasi ambacho kitakuwa kimetumika kitita cha umeme sawa na wati-saa moja.

Ili kukokotoa wati-saa, kuna mambo mawili yanayohitaji kufahamika.

- Kifaa chenye viwango vya wati.
- Kadirio la kipindi cha muda kifaa kitakapokuwa kinafanya kazi.
- Istilahi wati-saa huenda ikawa unajulikana kwani kampuni za umeme huwapatia bili wateja wao kwa idadi ya kilowati-saa zilizotumika. Kilowati-saa za umeme ni sawa na wati-saa 1 000 na huandikwa kwa kifupi kama kWh.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 73 15.12.18 22:55

3.2 AINA ZA MKONDO

Kuna aina mbili za mkondo wa umeme. Mkondo geu (AC) ni mkondo wa umeme ambao hugeuza mwelekeo wa mkondo kwa vipindi vya idadi fulani, kawaida. Mkondo huu huzalishwa na altaneta/vigeuzio. Katika altaneta, ugasumaku husababisha elektroni kutiririka kwenye mwelekeo mmoja, kisha kugeuza mwelekeo. Kampuni za umeme/nishati husambaza mkondo geu.

Mkondo mfululizo (DC) ni mkondo wa umeme ambao hutiririka kwenye mwelekeo mmoja. Mkondo mfululizo ni aina ya mkondo ambao unazalishwa na moduli za PV na kuhifadhiwa kwenye betri.

MILINGANO:

```
Nguvu   =      Wati (W) = Voti (V) × Ampea (A)
                 W 1000 = Kilowati-saa 1 (kWh)
```

```
Nishati = Wati-saa (Wh) = Wati × Saa
                Wh 1000 = Kilowati-saa 1 (kWh)
            Amp-saa (Ah) = Amp × Saa
```

Swali: Ni kiasi gani cha nishati ya umeme kitatumika iwapo mwanga wa wati-ampea 100 utatumika kwa saa 10?

Jawabu: Wati 100 × saa 10 = wati-saa 1000 (au kilowati-saa 1).

3.3 KUWIANISHA VIFAA KWENYE MFUMO

Mfumo wa umeme wa jua (Fotovoltaiki) hurekebisha mfumo wao kwa kutumia viwango vya watengenezaji nishati kwa vifaa vya umeme, kwa kuunganishwa na kadirio makini la kwa muda mrefu kiasi gani kila vifaa vitakuwa vinatumika. Unaweza kupata vifaa, viwango vya umeme na mahitaji ya nguvu/nishati kwenye kibao cha jina. Kutumia taarifa za kwenye kibao cha jina la vifaa na kuwianisha kiusahihi usambazaji umeme kwenye vifaa vinavyotakiwa, lazima uelewe istilahi zilizojadiliwa kwenye sura hii, ikiwa ni pamoja na ampea, wati, voti za mkondo wa altaneta na mkondo mfululizo.

Wakati wa kuchagua vifaa kwa ajili ya mfumo wa PV kuna sheria mbili muhimu ambazo lazima zifuatwe.

- Volteji ya kifaa lazima iwiane na volteji inayoingizwa ndani yake. Chanzo cha nishati, kama vile betri, jenereta, au moduli ya potovoltaiki huamua volteji inayosambazwa.
- Kifaa lazima kiendane na aina ya mkondo (AC au DC) ambao unasambazwa ndani yake.

3.4 SAKETI ZA UMEME

Saketi ya umeme ni njia endelevu ya mtiririko wa umeme kutoka kwenye chanzo cha volteji, kama vile betri au moduli ya Fotovoltaiki, kupitia kwenye kipitishio (waya) kwenda kwenye chombo cha umeme na kurudi kwenye chanzo.

Swichi inadhibiti uendelevu wa utiririkaji wa mkondo. Iwapo swichi itazimwa (saketi wazi/iliyofunguliwa), waya kati ya chanzo na chombo cha umeme hutenganishwa, na mwanga utazima. Iwapo swichi

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 75 15.12.18 22:55

itawashwa (saketi wazi/iliyofunguliwa), waya kati ya chanzo na chombo cha umeme huunganishwa na mwanga utawaka. Vyombo vya ubadilishanaji wa uzimaji na uwashaji mara nyingi hutumiwa kudhibiti kufunguka au kufungwa kwa saketi. Upokezanaji huwekewa viwango kwa volteji, aina ya mkondo (AC au DC) na iwapo saketi kwa kawaida hufunguliwa au kufungwa.

3.5 SAKETI ZA MFUATANO NA SAMBAMBA KATIKA CHANZO CHA NISHATI

Moduli ya Fotovoltaiki na betri ni mifumo inayojenga matofali. Wakati kila moduli au betri ina kiwango cha volteji au ampea, pia vinaweza kufungwa waya pamoja ili kupata mfumo unaotakiwa wa volteji.

3.6 MFUATANO WA SAKETI

Uunganishaji wa mfuatano wa waya hufanywa kwenye ukingo wa chanya [+] wa moduli moja kwenda kwenye ukingo wa hasi [–] wa moduli nyingine. Wakati chombo cha umeme au vyanzo vya umeme vimeunganishwa katika mfuatano, volteji huongezeka. Uwekaji waya wa mfuatano hauongezi ampea zinazozalishwa.

Saketi ya mfuatano pia inaweza kuonyeshwa na kupungua nguvu kwa betri. Betri zilizopungua nguvu mara nyingi huunganishwa katika mfuatano ili kuongeza volteji na kuipa nguvu taa yenye volteji nyingi kuliko betri moja tu inavyoweza kutoa nishati peke yake.

SWALI:

Wakati betri nne za DC 1.5 V zinapounganishwa kwenye mfuatano volteji inayopatikana ni ipi?

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 76 15.12.18 22:55

JIBU:

```
1,5 V × 4 = Voti 6
```

3.6.1 SAKETI SAMBAMBA

Uunganishaji sambamba wa waya hufanywa kutoka kwenye ukingo wa chanya [+] kwenda chanya [+] na ukingo hasi [–] kwenda hasi [–] kati ya moduli. Wakati vyombo vya umeme au vyanzo vimeunganishwa waya na mikondo sambamba huongezwa na volteji ni sawa katika pande zote za saketi. Kuongeza ampea za mfumo, chanzo cha volteji lazima kifungwe waya sambamba. Mchoro wa 2 unaonyesha vyanzo lazima vifungwe waya sambamba. Zingatia kuwa ufungaji waya sambamba unaongeza mkondo unaozalishwa na hauongezi volteji.

Pia betri mara nyingi huunganishwa sambamba kuongeza jumla ya ampea kwa saa, ambalo huongeza uwezo wa kuhifadhi na kuzidisha muda wa uendeshaji.

A| *SAKETI MFUATANO NA SAMBAMBA*

Mifumo inaweza kutumia mchanganyiko wa ufungaji waya wa mfuatano na sambamba kupata volteji na ampea zinazotakiwa. Mfano : moduli nne za ampea 3 na 12 V DC zinafungwa waya katika mfuatano na sambamba. Nyuzi za moduli mbili zinafungwa waya katika mfuatano kuongeza volteji hadi 24 V. Kila moja ya nyuzi hizi imefungwa sambamba kwenye saketi , kuongeza ampea hadi ampea 6. Matokeo yake ni mfumo wa ampea 6 24 V DC.

B| *BETRI KATIKA MFUATANO NA SAMBAMBA*

Faida ya saketi sambamba inaweza kuonyeshwa kwa kuangalia mwako wa taa utawaka kwa muda gani kabla ya betri kuondolewa kabisa. Ili kufanya mwako kudumu mara mbili zaidi, uhifadhi wa betri uwe mara

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 77 15.12.18 22:55

mbili.
Mfano: Katika uzi (string) wenye betri nne umeongezwa sambamba kwenye uzi mwingine wenye betri nne kuongeza uhifadhi (ampea-saa). Uzi mpya wa betri umefungwa waya sambamba ambalo linaongeza ampea-saa zilizopo kwa kuongeza uwezo wa hifadhi wa ziada na kuongeza muda wa matumizi. Uzi wa pili usingeweza kuongezwa katika mfuatano kwa sababu jumla ya volteji ingekuwa voti 12 ambazo haziendani na taa ya voti sita.

C| *VOLTEJI ZA JUU ZA AREYI YA PV*

Katika sura hii tumejadili tu uingiaji wa volteji mpaka 24. Leo gridi nyingi zisizo na betri zimefanya mageuzi kwenye soko kuhitaji viingia vya volteji ya DC ya juu. Dirisha hili la viingia kwa ujumla ni kwa kiwango cha DC 75 mpaka 600. Kwa sababu ya mabadiliko ya mahitaji ya viingia vya volteji ya juu, moduli za PV lazima zifungwe pamoja katika mfuatano ili kuongeza ipasavyo volteji.

3.6.2 SAKETI ZA MFUATANO NA SAMBAMBA KATIKA VYOMBO VYA UMEME

Kama moduli ya fotovoltaiki na betri zilizopungua nguvu zilizoelezwa katika sehemu iliyopita, vyombo vya umeme hufungwa muundo wa sambamba mfuatano, au sambamba/ mfuatano hufanya mlingano.

A| *VYOMBO VYA UMEME KATIKA MFUATANO*

Chombo cha umeme kilichofungwa waya kwenye mfuatano husababisha kupungua kwa volteji ambayo ni nyongeza, jumla ya volteji ni sawa na jumla ya vyombo vyote vya umeme katika saketi. Mkondo ni sawa kwenye vyombo vyote vya umeme katika saketi.
Mfano: Ukiunganisha balbu mbili za 6 V kila moja, zilizofungwa waya katika mfuatano na kusambaziwa kwa betri ya 12 V . Kupungua kwa

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 78 15.12.18 22:55

volteji kunakosababishwa na balbu ni 6 V hivyo jumla ya volteji ni 12 V ambayo ni sawa na msukumo wa 12 V katika betri.
Taa hizo mbili, kwa kuwa zimefungwa waya katika mfuatano na kudhibitiwa kwa pamoja. Iwapo taa moja itazima saketi itakuwa wazi. Na vyombo vyote vya umeme kwenye saketi vitakosa nishati, kwa sababu hizi haishauriwi kufunga vyombo vya umeme waya kwa mfuatano

B| *VYOMBO VYA UMEME VILIVYO SAMBAMBA.*

Kipi hutokea iwapo vyombo vya umeme vitafungwa waya sambamba kumbuka jinsi ambavyo betri kwenye mwako katika mfano uliopita hapo juu volteji iliyosambazwa kwenye taa hazikuongezeka ? Kadri chombo cha umeme kinavyoongezwa kwenye msambamba volteji hupungua kwa kila kilichobaki sawa na mkondo wa volteji ya chanzo iliyochukuliwa kwenye chanzo kuongeza kwa kila chombo cha umeme katika msambamba.

Saketi za umeme kwa kawaida huwekwa waya na vyombo vyote vya umeme katika msambamba kwa sababu mbili zifuatazo.

- Kila kitu kinaweza kudhibitiwa peke yake.
- Kuongeza vyombo vya umeme zaidi hakuathiri uendeshaji wa volteji ya chombo cha umeme chochote kingine.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 79 15.12.18 22:55

3.6.3 KUKAMILISHA UCHANGANUZI WA ENEO LA SOLA NA UBAINISHAJI WA VIKWAZO VYA UVULI

Kwa data za eneo na kuelewa jinsi areyi itakavyoshughulikiwa, kwa sasa uko tayari kutathmini eneo na kuonyesha ambapo antena/erio itahamiwa.

Uzibaji mkubwa unaathiri utendaji wa antena/erio ya Fotovoltaiki. Hata kivuli kidogo tu kwenye paneli ya PV kinaweza kupunguza utendaji muhimu wa paneli. Kwa sababu hii, upunguzaji wa uzibaji ni jambo zuri sana kwa uundaji wa mfumo wa PV zaidi ya uundaji wa mfumo wa joto la sola. Uamuaji wa makini wa mahali pa kupata sola pasipo na kivuli ni muhimu katika uendeshaji wa potovoltaiki usio na gharama.

Kivuli kisichotakiwa kinaweza kutokea kutoka kwenye majani ya miti, jengo, fito za antena/erio nyingine na waya. Kama sheria ya jumla antena/erio isiwe na kivuli kuanzia saa 3:00 asubuhi mpaka saa 3:00 usiku. Ratiba ya muda huu unaofaa huitwa dirisha la sola/ saa za kilele.

Wakati eneo linachaguliwa hakikisha kuwa vigezo vifuatavyo vimefikiwa na kazi kukamilishwa

- Hakikisha kuwa antena/erio haizibwi kuanzia saa 3 asubuhi mpaka saa 3 usiku kila siku.
- Hakikisha kuwa antena/erio haizibwi katika mwezi wowote wa mwaka wakati wa kipindi cha sola.
- Bainisha vikwazo ambavyo vinaziba antena/erio kati ya saa 3 asubuhi na saa 3 usiku.
- Toa mapendekezo ya kuondoa kivuli chochote, ondoa antena/erio

kuepuka uzibwaji, au ongeza ukubwa wa antena/erio kufidia upotevu kwa sababu ya kuzibwa.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 81 15.12.18 22:55

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 82 15.12.18 22:55

4.0

SURA YA NNE: UTUMIAJI WA NISHATI KWA UFANISI NA UFUNGAJI WA MFUMO

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 83 15.12.18 22:55

4.1 UTUMIAJI KWA UFANISI

Kitu ambacho kinaendesha nishati ya umeme mara nyingi huitwa chombo cha umeme. Kwa kawaida huwa kimoja kikubwa kuathiri kwenye ukubwa na gha- rama ya mfumo wa fotovoltaiki. Muundaji wa mfumo wa fotovoltaiki anaweza kupunguza gharama ya mfumo wa PV kwa kutumia kwa ufanisi nishati iliyopo. Muundaji achanganue kwa uhakika vifaa vya nishati kubainisha fursa za uhifadhi wa nishati. Kwa mfano vifaa vingi vya kawaida vya majumbani vinatumia vikinzani vya umeme kufanya majukumu yao. Vikinzani vya joto hutumiwa kwenye maoveni, vikausha nguo, vichemsha maji na mifumo ya joto ya mahali. Kama sheria kuviwekea nishati vitu hivi inaweza kuwa gharama ya juu sana kwa mifumo ya fotovoltaiki ya makazi. Na inabidi utafute njia nyingine ya kupasha joto. Kichemsha maji kinaweza kuwa na kiwango cha takribani wati 2500 na kuendesha asilimia 25 ya muda. Vyombo vya umeme vya kuchemshia maji na vyombo vya kupashia joto mahali vitakuwa vizuri vikienda na njia nyingine ikiwa ni pamoja na joto la uchemshaji wa sola, propeni ya gesi na kuni. Njia hii ya kusambaza joto kwenye vyombo vya umeme kutoka kwenye vyanzo vya joto ni matumizi ya ufanisi zaidi ya nishati, na ni mfano wa uhami-shaji wa chombo cha umeme.

Ingawa vitu vidogo vinavyofaa, kama vile vyombo vya kuchomea na kukaushia nywele, vinahitaji kiasi cha kutosha cha nishati hapohapo (Wati), bado vina-weza kupatiwa nishati hiyo na mifumo ya fotovoltaiki. Kwa sababu vyombo hivi kwa hakika havitumiki kwa muda mrefu, utumiaji wao wa jumla wa nishati unaweza kuwa mdogo.

Pia waundaji washauri utumiaji zaidi wa vifaa wa ufanisi zaidi wa vifaa ndani ya mfumo wa potovoltaiki. Mfano taa za kutoa nuru zikiwa na joto zinaweza kubadilishwa na taa zenye kuakisi mwanga ambazo

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 84 15.12.18 22:55

zinatoa mwangaza sawa na kutumia kiasi cha robo cha nishati.

Kupunguza gharama za mfumo wa PV, epuka vifaa vifuatavyo.

- Vipasha joto mahali vya umeme.
- Vichemsha maji vya umeme.
- Vikausha nguo vya umeme.
- Majakofu yasiyofanya kazi vizuri/mabovu.

Pamoja na uhamishaji wa vyombo vya umeme na uongezaji wa ufanisi wa kifaa waundaji wanaweza kupunguza mahitaji ya ziada ya nishati ya umeme kwa kutekeleza yafuatayo.

- Kuishi bila ya vitu visivyo vya lazima.
- Upunguzaji wa matumizi ya kifaa pale inapofaa.
- Kufanya shughuli wakati kukiwa na jua kuongeza ufanisi wa betri (kwa mfumo wa kusimama mwenyewe).

Uundaji uhusishe wamiliki wa mfumo au uendeshaji katika mchakato wa uundaji na ufungaji wa mfumo. Wanaongeza utambuzi pia kupunguza mahitaji zaidi ya rasilimali za umeme.

4.1.1 MAHITAJI YA UMEME YA CHOMBO CHA UMEME

Andiko la watengenezaji na kibao cha jina cha kifaa mara nyingi huorodhesha wati zinazotakiwa kwa chombo cha umeme. Wakati wati zinazotakiwa kwa chombo fulani cha umeme hazikuorodheshwa, kwa kawaida utaona voti na ampea zikiwa zimeorodheshwa badala yake. Unaweza kukokotoa wati zina-zotakiwa na chombo cha umeme kwa kuzidisha voti mara ampea.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 85 15.12.18 22:55

4.1.2 VYOMBO VYA UMEME VYA MZUNGUKO

Vyombo vingi hutumia nishati mfululizo pindi vinapowashwa. Hata hivyo baadhi ya vyombo hujiwasha vyenyewe wakati vinapounganishwa kwenye chanzo cha nishati. Mzunguko wa kazi ni asilimia ya muda vifaa vilivyowashwa hutumia hasa nishati. Mfano mzuri wa vifaa hivyo vinaweza kufanya kazi asilimia 50 hadi 60 ya muda kutegemea na ufanisi wake.

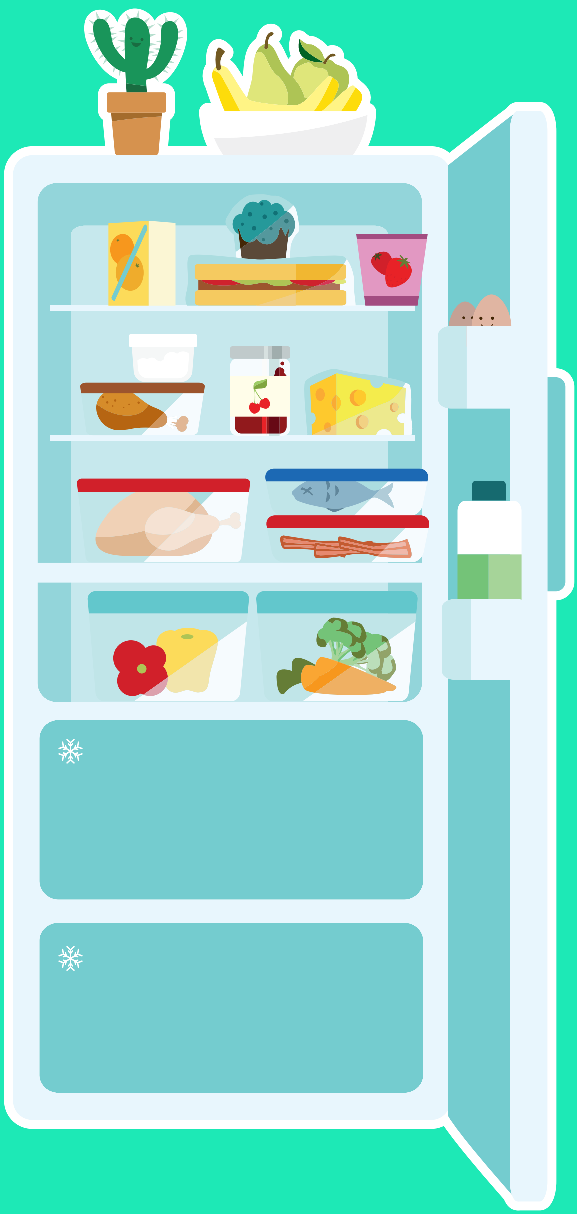
Vilevile vifaa ambavyo vinatengeneza au kutumia joto kwa kawaida hufanya mzunguko wa kujiwasha na kujizima. Kirekebisha joto/themostati huvidhibiti aina hii ya vifaa.

4.1.3 KUKADIRIA MAHITAJI YA MAWIMBI

Wakati wa kukadiria chombo cha umeme, mawimbi ya chombo ni kigezo kingine. Hivi ni vifaa vyenye mota ambavyo hutumia mkondo mwingi zaidi wakati vinawashwa kuliko vinapotumika. Kwa mfano, msumeno wa umeme ambao hutumia Wati 900 ili kuwasha mota, wasiliana na mtengenezaji au pima kitu kwa meta kujua mahitaji ya kipimo halisi cha mawimbi ya chombo. Kama sheria isiyo rasmi ya wastani zaidi wa mawimbi yanayohitajika unaweza kukokotolewa kwa kuzidisha wati zinazotakiwa za chombo kwa tatu. (Kwa kipimo halisi cha mawimbi cha mahitaji ya mawimbi angalia maelezo ya kipimo ya kifaa ya mtengenezaji).

```
Mahitaji ya mawimbi ≈ wati za uendeshaji × 3
```


mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 86 15.12.18 22:55



4.1.4 JOKOFU

Kwa kawaida jokofu ni moja ya vitu vinavyotumia nishati moja kubwa zaidi majumbani. Uchaguaji wa jokofu lenye ufanisi hautapunguza tu bili yako ya kutapunguza wendaji juu wa gharama wa mfumo wa PV. Hapa ni mahali pazuri pa kuanzia. Kuna moduli nyingi za ufanisi za nishati sokoni kwa sasa zina-zofikiriwa kuwa vifaa nyota vya nishati vilivyo-wekewa viwango na idara ya nishati.

4.1.4.1 UCHAGUAJI WA MAJOKOFU

Katika mfumo wa PV wa kusimama mwenyewe ununuaji wa jokofu linalotumia nishati kwa ufanisi ni muhimu sana. Kuna uchaguaji wa msingi wa kiuchumi wa aina tatu uliopo:

- Linalotumia mafuta ya taa
- Linalotumia nishati ya AC
- Linalotumia nishati ya DC (V 12, V 24, au V 48)

4.1.4.2 MAJOKOFU YANAYOTUMIA NISHATI YA AC:

Majokofu yanayobadili mkondo kwa kawaida hutumika majumbani kwa nishati ya umeme. Yanahitaji kigeuza mkondo/ inveta iwapo yatatakiwa kuwa kwenye mfumo wa kusimama- mwenyewe. Uwepo wa majokofu yenye ufanisi ya AC kwa kuongezewa na ufanisi wa siku hizi wa vigeuza mkondo/inveta unayafanya kuwa chaguo la kawaida.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 88 15.12.18 22:55

4.1.4.3 MAJOKOFU YANAYOTUMIA NISHATI YA DC:

Majokofu ya mkondo mfululizo yana gharama kubwa ya mwanzo kuliko vipimo vya ubadilishaji mkondo, lakini vipimo vya mkondo mfululizo vinafanya kazi bila nishati ya betri na havihitaji kigeuza mkondo/inveta.

A| *KIGEZO CHA UUNDAJI*

Wakati wa kuamua majokofu gani yenye manufaa ya kununua, uchague kipimo chenye uanishaji ufuatao.

- Unfungaji wa juu wenye thamani ya juu ya R
- Linalotumia mkondo mdogo wakati wa kutumiwa
- Lenye mahali pake pa kuhifadhiwa/friza tofauti
- Kompresa inayofaa kuondoa upoteaji wa joto
- Kuepuka moduli za upande kwa upande
- Kompresa iliyoko juu

B| *NJIA ZA KUTUNZA JOKOFU*

Kuna njia nyingi za kutunza jokofu jikoni ili kuruhusu utendaji wa ufanisi zaidi, yafuatayo ni mambo ya kuzingatia.

- Epuka kupigwa na jua moja kwa moja
- Epuka kuliweka karibu na vifaa vyenye joto (yaani, stovu au mashine ya kuoshea vyombo)
- Liweke kwenye ukuta wa ndani
- Hakikisha kuna mtiririko wa kutosha wa hewa kulizunguka

C| *KADIRIO LA UJAZO/UTENDAJI KAZI WA JOKOFU*

Utendaji kazi/ujazo wa jokofu unaweza kukadiriwa hasa kutokana na

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 89 15.12.18 22:55

uanishaji wa vipimo wa mtengenezaji na kwa maarifa ya aina/ruwaza za matumizi. Mtengenezaji awe tayari kusambaza volteji, ampea na kwa uhalisi na kwa wakati chini ya masharti yaliyopo. Jokofu kwa wakati ni kwa msimu kwa sababu kitu kinaathiriwa na mazingira ya joto. Matenge-nezo ya mara kwa mara, kama vile usafishaji au kuondoa barafu, kuna-weza kupunguza kwa wakati na kuongeza utendaji.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 90 15.12.18 22:55

4.2 UFUNGAJI WA MFUMO

4.2.1 TATHMINI YA ENEO

Muundaji au mfungaji wa mfumo wa Fotovoltaiki hukabiliana na changamoto za pekee katika kupanga utaratibu wa ugavi na usafirishaji wa vitu vya ufungaji. Kwa vile kila eneo lina tabia maalumu tembelea eneo hilo kabla ya ufungaji. Wakati wa ziara hii ya mwanzo ya eneo orodhesha vifaa na zana zote zinazotakiwa kufunga mfumo.

Chukua karatasi na penseli ili kunukuu uliyoyaona na vipimo vyote.

Ziara za mwanzo za eneo lazima ziwe za kina ili kutoa taarifa sahihi zinazota-kiwa kukamilisha uundaji na upangaji wa ufungaji. Upungufu wa kitu chochote utasababisha ziara zaidi, muda zaidi, uchaguzi usio sahihi wa kifaa, uchele-waji wa ufungaji na faida ndogo.

4.2.2 UFUNGAJI WA AREYI YA FOTOVOLTAIKI

Vipengele vikuu vya ufungaji wa antena/erio ya Fotovoltaiki ni uchaguaji wa mifumo inayotumika zaidi ya uwekaji na kufanya ufungaji unaofaa. Wakati utakapokuwa umefunga antena/erio hakikisha kuwa antena/erio inafanya kazi inavyotarajiwa kwa kupima matokeo na kufananisha umbo hili na ainisho/vipimo halisi vya watengenezaji.

A| *UZINGATIAJI WA MFUMO WA UWEKAJI/UTUNDIKAJI*

Cha kwanza katika kukamilisha ufungaji salama wa mfumo ni uchaguzi wa makini wa eneo la areyi ya Fotovoltaiki, kifaa cha umeme kilindwe kutoka kwenye kuachwa wazi na kutundikwa ili kuwezesha utendaji, matengenezo madogo ya mara kwa mara ya mfumo. Antena/erio ya

Fotovoltaiki iwekwe karibu kadri iwezekanavyo na kifaa cha nishati (Kigeuza mkondo/inveta) ili kupunguza upoteaji wa nishati kutokana na waya kuwa mrefu.

Moduli za Fotovoltaiki ni ghali, nyepesi na fupi, na hivyo kuzifanya kuwa katika hatari ya wizi. Mifumo ya ulindaji inaweza kufungwa ili kuboresha usalama wa antena/erio ya Fotovoltaiki. Kwa kutumia skrubu maalumu zenye vichwa mahususi kutundika paneli kunaweza kuzuia uondoaji wa haraka. Ufungaji wa eneo la chaneli zilizounganishwa kwenye fremu la kudumu la kutundika kunaongeza usalama wakati huohuo kuruhusu ufikiaji wa funguo. Muundo wa kiuchumi wa ufungiaji wa mfumo kwenye eneo pia upo.

Muundo unaosaidia wa moduli ya Fotovoltaiki utoe mfumo imara na rahisi na utundikaji wa kudumu. Moduli nyingi zaidi zilizopo za kiuchumi za potovoltaiki zimetengenezwa kwa fremu zilizotokeza nje za alumini. Fremu hizi ni imara, za kudumu, zinazuia kuharibika/ulikaji na kufanya msaada mkubwa kwa moduli kuingizwa kwenye antena/erio.

Zana zinazozuia ulikaji zitumike wakati wa kutengeneza mfumo wa utundikaji wa antena/erio ya potovoltaiki. Alumini za kisasa zenye chuma cha pua ni uchaguzi muhimu. Miundo ya usaidizi inahitaji kuwa myepesi ili kuwa rahisi kusafirishwa na kufungwa.

B| *KUPIMA MATOKEO YA AREYI*

Wakati ufungaji mzima unapokamilika pima matokeo ya areyi kabla ya kuunganisha kwenye chombo (betri). Unaweza kupima nguvu ya jua na joto la betri. Kisha amua iwapo utendaji wa antena/erio unafanya kazi kama inavyotakiwa kutoka kwenye kipimo halisi cha mtengenezaji.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 92 15.12.18 22:55

Zingatia: upimaji wa volteji ya saketi ya wazi na saketi ya mkondo inaweza kuwa hatari kwenye antena/erio.

4.2.3 UFUNGAJI WA BETRI

Kumbuka kwamba betri ni nzito na zina uwezakano wa kuharibika/ kuvuja. Kwa hiyo, baadhi ya wabebaji hawawezi kuchukua betri za vimiminika. Hata baadhi ya betri zenye sili zina baadhi ya vimiminika vinavyojulikana kama akiba ya elektrolaiti ambavyo vinaweza kumwagika. Baada ya kufika kagua betri ili kuona uharibifu wowote unaoweza kutokea wakati wa usafirishaji.

Tahadhari: Kumbuka kufikiria usalama kwanza wakati wa kushughulika na betri.

Zingatia: Betri zilindwe kutokana na wizi, watoto, joto lililozidi, ulikaji, ajali ya shoti ya saketi kutokana na vitu vinavyoanguka. Pia zilindwe kutoka kwenye cheche za wazi zinazoweza kusababisha mlipuko.

A| *UJENGAJI WA BOKSI LA BETRI*

Betri lazima liwekwe mahali salama kuepuka ajali. Bado fanya matenge-nezo ya vipindi ya betri mara nyingi boksi la betri huwekwa kwenye hewa ambapo panazuia ulikaji na wakati mwingine mifumo midogo ya kuhami inaweza kutumika kama kihami cha plastiki cha kipoza chakula kwa boksi la betri. Kasha kubwa la betri linaweza kuwekwa kwenye uchanja ambao unazuia ulikaji, imara hasa, na kufanya ufikaji wakati wa maten-genezo.

Wakati wa kujenga/kutengeneza boksi la betri, tumia miongozo ifuatayo.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 93 15.12.18 22:55

- Linda betri kutoka kwenye vitu vinavyoweza kuanguka kutoka juu kwa bahati mbaya na kusababisha shoti kwenye saketi.
- Acha hewa kwenye kifungio cha betri ili kuruhusu hewa kuingia na zuia ujengaji wa gesi inayolipuka ya oksijeni. Iwapo hewa ni ya gesi ya haidrojeni, ambayo ni nyepesi zaidi ya hewa. Uingiaji wa hewa uelekezwe milango ya nje na ichujwe ili kuepuka wadudu na wanya-ma kuziba. Zingatia kuwa kwa kuruhusu uingiaji wa hewa joto la betri litakuwa sawa na wastani wa mazingira ya joto la hewa.
- Kujenga kifungio cha betri, boksi au chumba ili ifungiwe ndani bado iweze kufikwa kwa ajili ya matengenezo. Fanya ufikiaji wa kifungio kuruhusu uondoaji wa urahisi na ubadilishaji wa betri. Wakati wa kuweka kwenye kifungio, betri ziwe na nafasi kati yao.
- Hifadhi kifaa cha matengenezo na taarifa za mtengenezaji kwenye mfuko wa plastiki uliofungwa kwa sili au kontena ndani ya kifungio.
- Jenga usawa imara wa sakafu.
- Jenga kifungio kwa vitu ambavyo havitaharibiwa kwa mmomonyoko kutokana na matumizi ya mbao ya elektolaiti, plastiki au metali zilizopakwa rangi.

B| *WAKATI WA KUFUNGA BETRI, ZINGATIA MIONGOZO IFUATAYO YA UFUNGAJI*

- Weka ulinganifu wa kutosha wa betri zote zenye waya na fyuzi.
- Kwa sehemu za kuingizia waya, tumia viunganishio, linda waya dhidi ya volteji na kuharibika.
- Weka fyuzi kwenye waya chanya ukiacha boksi la betri.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 94 15.12.18 22:55

- Tumia bolti za chuma cha pua na washeli kwenye kingo za betri.
- Lindo kingo zote za betri na miunganisho ya kingo dhidi ya kuba-buka kwa kuzizungushia: mafuta ghafi mazito, vitu vya utunzaji vyenye oksidi au grisi yenye joto la juu.
- Weka nafasi ya robo nchi kati betri.

4.2.4 UFUNGAJI WA KIDHIBITI NA KIGEUZA MKONDO/INVETA

Vidhibiti vya chaji ya Fotovoltaiki vinakusudiwa kwa ajili ya matumizi maalumu ya sola, na visitumike kwa kanuni nyingine ya mfumo isipokuwa ikielekezwa na mtengenezaji. Soma na kufuata utaratibu hasa ulioonyeshwa kwenye maele-kezo ya mtengenezaji. Wakati wa kufunga vidhibiti na vigeuza mkondo/inveta, tumia miongozo ifuatayo.

- Linda vifaa vya kidhibiti dhidi ya kufikiwa na uchafu wa kutu, joto jingi na uangalizi usio mzuri. Kumbuka kuwa vifaa vya umeme ni vyepesi kudhu-rika na vinahitaji uangalizi, baadhi ya vidhibiti vinahitaji hewa ili kuzuia vifaa vyake visiunguzwe. Tumia ufahamu wa kawaida katika kuweka na kutundika vipimo vya kidhibiti; funga vifaa vyote vya mfumo mbali na vihatarishi, kama vile matawi ya miti yanayoning'inia, vyanzo vya mae-neo ya vifusi vya ujenzi.
- Tumia ukubwa sahihi na kingo za vifungo zinazofaa.
- Fanya ulindaji dhidi ya mkondo mwingi na vitenganishi kati ya antena/erio hadi kwenye kidhibiti na kwenye kidhibiti na betri, fyuzi au vikata saketi, linda kidhibiti upitishaji kutoka kwenye mkondo mwingi katika matukio ya shoti ya saketi. Mkondo mwingi sana utaunguza waya na kuweza kusababisha moto. Uwashaji wa kitenganishaji hutumiwa kufungua saketi kati ya kidhibiti antena/erio na swichi ya kitenganishi

cha betri pia hukizima chombo cha umeme. Swichi hii ni muhimu kwa kuendesha mfumo na katika matukio ya dharura.

4.2.5 UFUNGAJI WA WAYA KWENYE MFUMO WA FOTOVOLTAIKI

Wakati wa kufunga waya wa mfumo wa PV ni muhimu sana kutumia maboksi sahihi ya umeme, viunganishaji vya waya na swichi kwa kila matumizi maalumu. Sehemu hii inaelezea viambata mbalimbali vya umeme na matumizi yake.

A| *VISANDUKU VYA UMEME*

Viunganishaji vyote vya waya lazima vitengenezwe ndani ya sanduku la umeme linalofikika. Sanduku lazima lifungwe mahali kwa usalama na kuwa na mfuniko unaoweza kuondolewa. Sanduku la umeme ama linaweza kuwekwa sakafuni au kutundikwa ukutani au darini. Masanduku yanayowekwa sakafuni yana kona za mviringo. Masanduku ya vishubaka yana namna mbalimbali za ufungaji ndani ya fremu au sakafu iliyofunikwa, kama vile ubao wa ukutani na paneli.

Masanduku ya umeme ambayo yameachwa kwenye hali ya hewa lazima yaweze kuhimili hali hiyo na lazima yawe na viunganishio vya kuhimili hali ya hewa. Masanduku ya umeme lazima yawe na ukubwa wa kutosha kwa idadi na ukubwa wa waya uliomo ndani ya sanduku.

Masanduku ya umeme yanayotumika kwa ajili ya kufanya viunganishio vya waya yanaitwa kisanduku cha waya. Kwa kawaida yana umbo la mstatili au pembe nane wazi, na kuyafanya kufikiwa wakati ujenzi unapokamilika.

B| *VIUNGANISHO VYA UWEKAJI WAYA*

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 96 15.12.18 22:55

Viunganisho vya umeme vinafanya moja ya kazi zifuatazo za uunganishaji.

B.1 ***Waya kwa waya:***

Muunganiko kati ya waya na waya kwa kawaida hufanywa ama kwa nati ya waya, ukingo wa ufito wa bolti, kiunganisho cha upunguzaji au makunjo. Nati za waya huundwa na kupakwa rangi. Viunganisho vya aina ya mikunjo lazima vikunjwe kwa kutumia kifaa maalumu kilichopendekezwa na mtengenezaji na hutumika vizuri na ncha ya waya.

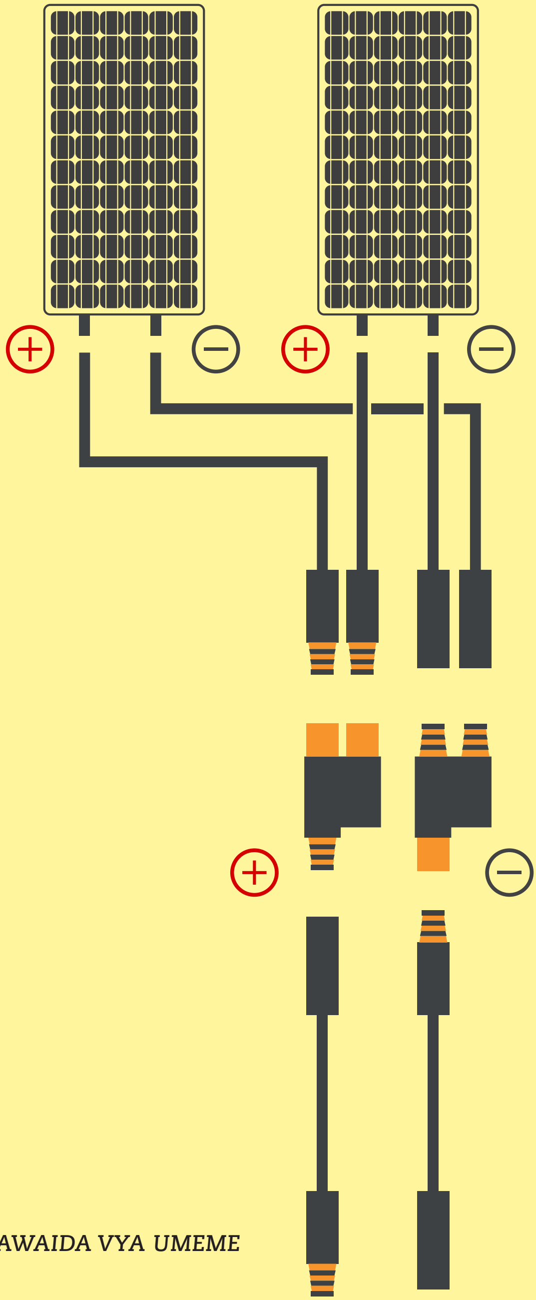
B.2 ***Karibu na ukingo:***

Uunganishaji kati ya waya na ukingo kwa kawaida hufanywa kwa aina ya kiunganisho cha mzunguko au sepeto. Viunganisho hivi kwa kawaida hutumiwa wakati uunganishaji huondolewa mara kwa mara na kuunganishwa tena au pale ambapo ni vigumu kuunganisha waya mkubwa.

C| *KEBO YA WAYA, UZI AU BOMBA LA WAYA KWENYE KISANDUKU CHA UMEME:*

Miunganiko kati ya kisanduku cha umeme na kebo ya waya, uzi au bomba la waya lazima iwe kwenye usalama wa kutosha kuzuia waya kulegea kwa kuvutwa. Vikiachwa wazi kwenye hali ya hewa miunganiko hii lazima ivutwe ndani ya kisanduku na kufanya maji kutoingia. Ukataji matawi yanayotiririsha maji ufanywe kwa miunganiko ya waya iliyo nje kwenda kwenye kisanduku cha umeme kuzuia maji kutiririka chini kwenye waya na kuingia ndani ya kisanduku. Miunganiko ya nje ya waya inafanywa kwa upande wa chini wa kisanduku cha umeme tu.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 97 15.12.18 22:55



VIUNGANISHO VYA KAWAIDA VYA UMEME

C.1 ***Nati za waya:***

Miunganiko hutumika kuunganisha waya mmoja au mbili. Viringisha nyaya kwa pamoja na zungusha nati ya waya mpaka ikaze.

C.2 ***Kingo za mviringo:***

Kingo za mkunjo ambazo hudumisha muunganiko hata kama skrubu italegea.

C.3 ***Kingo za sepeto:***

Mkunjo kwenye viunganisho kwa matumizi katika mazingira yasiyo na mtetemeko. Inaruhusu utenganishaji na mtetemeko. Inaruhusu utenganishaji wa haraka.

C.4 ***Vishikio vya skrubu:***

Bolti kwenye viunganisho hutumiwa kuunganisha waya mkubwa au nyingi kwenye ukingo mmoja.

C.5 ***Kingo za bendera:***

Viunganisho vinavyotumika kwa usalama wa waya wakati hakuna muunganiko wa umeme uliofanywa.

C.6 ***Viunganisho vya kebo au viunganisho vya romex:***

Viunganisho vinavyotumika kuunganisha kebo zisizo za metali kwa ngozi yake ya nje kwenye kisanduku.

C.7 ***Viunganisho kwenye bomba la waya:***

Viunganisho vinavyotumiwa kuunganisha bomba la waya kwenye sanduku kwa ajili ya matumizi ya ndani au makavu

C.8 ***Kikaponisho cha bomba la waya:***

Viunganishio vinavyotumika kuunganishia urefu wa bomba la waya kwa matumizi ya ndani au makavu

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 99 15.12.18 22:55

C.9 ***Vikaponisho vya ubanaji/kompresa:***
Viunganishio vinavyotumika kufanya muunganiko wa mbano wa maji kati ya urefu wa bomba la waya

C.10 ***Viunganisho vya kebo za Armored:***
Viunganisho vinavyotumika kufunga kebo ya armored nyumbufu kwenye kisanduku.

C.11 ***Viunganisho vya kupunguza mvuto:***
Hutumiwa na waya wa mviringo kama vile SO2 SJ. Au TC. pale ambapo ukinzani kwenye uvutaji au hali ya hewa ni muhimu.

D| ***UTENGANISHAJI***

Swichi za utenganishaji kwa uendeshaji salama wa mkondo mfululizo. Uzi wa Umeme wa Taifa unahitaji namna ya utenganishaji wa kila chanzo cha volteji. Paneli za potovoltaiki na betri ni vyanzo vya volteji vinavyohitaji swichi ya utenganishaji. Swichi salama au vikata saketi ni swichi zinazofaa zaidi kutumiwa kwa ajili ya kutenganisha paneli za potovoltaiki, betri na majenereta. Usalama unawekewa fyuzi, hivyo kutoa ulindaji wa mkondo zaidi kati ya viambata vya mifumo mikuu ya potovoltaiki. Kikata saketi kinafanya kazi kama swichi na kulinda mkondo zaidi.
Utenganishaji lazima uchukuliwe kwa volteji fulani na kwa kiasi na aina ya mkondo utakaopita ndani yake. Swichi za aina ya T zimewekewa viwango kwa matumizi ya mkondo mfululizo. Zina hatua ya mruko wa ulinganifu wa tabia za mkondo mfululizo. Swichi ya 33A iliyowekewa viwango kwa ajili ya kubadilisha mkondo haina kiwango cha kutosha cha uingiliaji wenye viwango kwa ajili ya mkondo mfululizo. Kwa kutumia swichi yenye kiwango cha mkondo unaobadilika au swichi hasa kwa mifumo mfululizo ya mkondo itasababisha muda mfupi

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 100 15.12.18 22:55

wa matumizi ya swichi kwa sababu mgusano unaunguza marudio ya uibukaji wa umeme. Chini ya mazingira makubwa ya mkondo, mgusano wa swichi unaweza kuwa moja kwa moja na fyuzi, kuifanya swichi kutofanya kazi.

E| ***ORODHAHAKIKI YA UFUNGAJI WA WAYA***

Uliza maswali yafuatayo wakati wa kufunga mfumo kuhakikisha ufungaji salama na sahihi wa waya. Uweze kujibu ndiyo kwa kila swali.

- Je, uwezo wa waya unatosha kwa jumla ya vyombo vyote katika kila saketi kuongeza 125% ya kiwango cha usalama?
- Je, upunguaji wa volteji haupiti 2 % katika kila tawi la saketi au 5 % kutoka kwenye chanzo mpaka kwenye chombo?
- Ulindaji wa mkondo uliozidi (ikiwa ni pamoja na viwango vyaa usalama) hauzidi uwezo wa waya?
- Nyaya zimepangwa vizuri?
- Aina za waya, kebo, nyuzi na mabomba ya waya yako sahihi kwa kila matumizi?
- Mabomba yote ya waya yana ukubwa sahihi kwa idadi na aina za waya zilizomo ndani?
- Visanduku vyote vya umeme vimewekwa viwango vinavyotosha, ukubwa wa kutosha na kupatikana?
- Miunganiko yote ya umeme inapatikana?
- Miunganiko yote ya umeme imekingwa na unyevu kama kuna ulazima?
- Swichi zina viwango volteji na mkondo zitakaowasha?
- Vyombo sahihi vya mkondo mfululizo vinatumika?

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 101 15.12.18 22:55

- Vyombo vyote vimekewa lebo kwa uwazi za volteji na mkondo sahihi?
- Sehemu ya ardhini ya vifaa vyote imetengenezwa kwa waya wa kijani au za wazi zilizotengenezwa kwa mabomba ya waya ya metali?
- Vipitishaji vyote vya chini ya ardhi vina swichi, fyuzi au kuingiliwa kwa namna fulani.

Zingatia: Vipitishaji vya chini ya ardhi visiwashwe, kuwekwa fyuzi au kuingiliwa kwa namna yoyote

4.2.6 ORODHAHAKIKI YA UFUNGAJI WA MWISHO WA PV

Sehemu hii inajumuisha orodhahakiki ya ufungaji wa mfumo ambayo inaweza kutumiwa kama uchunguzi wa mwisho kwa mfumo mpya uliofungwa au kama upimaji wa matengenezo kwa mfumo uliopo.

A| *KABLA YA KUUJARIBU MFUMO*

- Tumia taratibu zinazofaa za usalama wakati wa kushughulikia umeme.
- Thibitisha kuwa mitenganisho yote imefungwa katika mahali pa wazi pamoja na lebo ya onyo. (Hili huhakikisha kuwa nishati haiwezi kwenda chini zaidi ya mstari mpaka ujaribuji unaofaa na kuwaonya wengine kuwa kunaweza kuwa na vipitishaji katika sanduku).

B| *AREYI YA PV*

- Hakikisha moduli zote zimeshikizwa kwa usalama kwenye

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 102 15.12.18 22:55

viegemezo vyao vya kutundikia.

- Kagua kwa macho antena/erio kwa moduli zenye ufa, kuharibu kisanduku cha waya na nyaya zilizolegea.
- Kagua kwa macho kuwa moduli zote (unganisha haraka) zimefungwa kiukamilifu.
- Fungua kila kisanduku cha kuunganisha/kuchanganya na volteji ya wazi ya saketi katika kila mfuatano wa nyuzi kuthibitisha volteji au jinsincha. Angalia tena toki kwenye kingo zote za DC.
- Kabla ya kuutia nishati mfumo, kwenye kiegemezo cha mwisho cha antena/erio, rudia majaribio ya volteji ya saketi kuthibitisha volteji na jinsincha sahihi.
- Thibitisha moduli zimewekwa waya ili ziweze kuondolewa bila ya kuingilia kipitisha ardhini.
- Angalian lebo kwenye moduli. NEC 2005 Ibara ya 690.51 Moduli itatambuliwa kwa utambulisho wa kingo wa kifaa cha kuweka kiwango cha mkondo uliozidi kwa ajili ya ulinzi, na kwa viwango.

C| *UWEKAJI WAYA*

- Angalia waya ulioachwa wazi wa antena/erio kwa ajili ya viwango sahihi na kihami cha ukinzani wa mwanga wa jua.
- Angalia kuwa waya wote na mabomba ya waya ni wa viwango vinavyofaa, karibu na kusaidiwa vizuri.
- Angalia kuwa mkazo nafuu/mikunjo ya kebo imefungwa vizuri kwenye nyuzi zote za kebo kwa kuvuta kebo kuthibitisha (NEC 2005, ibara ya 300.4 na ibara ya 400.10).
- Hakikisha kuwa vipitishaji vyote vya ardhini ni vyeupe na vifaa

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 103 15.12.18 22:55

vya vipitishaji vya ardhini ni vya kijani au tupu/wazi (NEC 2005. Ibara ya 200.6 A).

- Hakikisha kuwa visanduku vyote vya waya vinapatikana.

D| *ULINDAJI WA MKONDO ULIOZIDI*

- Hakikisha kuwa vifaa vya kupima mkondo uliozidi wa saketi ya PV ni vya angalau 156 % ya kiwango cha shoti ya kiwango cha shoti ya saketi ya mkondo (125 % × 125 % = 156 %).
- Hakikisha kiwango cha volteji ya DC na mkondo vimeonyeshwa vizuri kwenye utunzaji dhidi ya mkondo uliozidi.

E| *VIDHIBITI VYA CHAJI*

- Kaza tena viunganishi (connector) vyote katika kidhibiti chaji.
- Angalia kuwa uwekaji wote wa volteji umewekwa vizuri kwa aina ya betri inayofaa na volteji sahihi.
- Iwapo mifumu imeunganishwa kwenye kiingilia cha kigeuzi cha umeme, hakikisha kuwa muundo wa vidhibiti chaji hauingiliani na uendeshaji halisi na upelekaji wa mfumo wa kigeuza mkondo/inveta.
- Hakikisha kuwa utendaji kazi wa kidhibiti chaji unaendana na muundo uliopangwa kwa kuulazimisha mfumo kufanya pointi na kuhakikisha kuwa kipimo kinafanya kazi ya udhibiti mzuri. Jaribu pointi zifuatazo.
- Kutenganisha volteji ya chini (LVD)
- Kuunganisha tena volteji ya chini (LVR)
- Kuunganisha tena volteji ya juu (HVR)

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 104 15.12.18 22:55

F| *KUTENGANISHA*

- Hakikisha kuwa vitenganishaji bado vimefungwa na lebo ya onyo bado iko kamili.
- Hakikisha kuwa kuna namna ya kutenganisha vipande vyote vya vifaa katika mfumo.
- Iwapo fyuzi zinatumika, thibitisha namna ya kutenganisha nishati kutoka miisho yote miwili.
- Hakikisha swichi zinapatikana na kuwekwa lebo vizuri.
- Angalia uendelaji wa fyuzi na vikata saketi na nishati kuzima.
- Angalia kushuka/kuanguka kwa voletji kupitia wakati ikifanya kazi.

G| *BETRI*

- Hifadhi kwa usalama-karibu na gia (Kilinda macho, glovu za mpira magadi ya kuumulia na maji ya mvuke).
- Toki tena miunganiko yote ya betri.
- Zungushia kila ukingo na mafuta yasiyobabua.
- Hakikisha kuwa mahali panatoa hewa ya asili ya kutosha. Maeneo yenye uingiaji wa hewa mzuri yanajumuisha gereji za chini ya ardhi na majengo ya nje, lakini sio maeneo ya kuishi.
- Iwapo betri inavuja, hakikisha kuwa kituo cha dawa za kusafisha macho kinapatikana karibu.
- Wakati kigeuza mkondo/inveta kinafanya kazi, rekebisha chaji ya betri kuhakikisha kuwa betri imeunganishwa vizuri kufanya kazi kwa usahihi.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 105 15.12.18 22:55

- Mfano bora ni kutumia betri kwenye chaji chache zenye nguvu, toa mzunguku kutumia betri.
- Angalia betri moja au volteji ya betri baada ya kurekebisha.
- Angalia mvutano maalumu betri zote zenye shaka kwa haidrometa.

H| *MIFUMO INAYOLENGA KIGEUZA MKONDO/INVETA CHA BETRI*

- Wakati vitenganishi viko wazi, toki tena miunganiko yote ya umeme kwenye kigeuza mkondo/inveta kufunga kwa nguvu miunganiko yoyote inayoweza kuwa imelegea toka ufungaji wa mwanzo.
- Kwa tabia inayozingatia betri, tumia sifa ya utunzaji ya kigeuza mkondo/inveta kuchaji betri na kisha unganisha betri kwenye chanzo cha DC kuhakikisha kuwa kazi hizi zinaendeshwa vizuri.
- Fuata taratibu za uwashaji kigeuza mkondo/inveta kutoka kwenye mwongozo wa mtengenezaji.
- Mwelekeze mmiliki wa nyumbani jinsi ya kufanya katika tukio la kigeuza mkondo/inveta kushindwa na wapatie taarifa ya mwanzo ya uwashaji.

I| *ARDHINI*

- Thibitisha kuwa muunganiko mmoja tu kwenye saketi ya DC na muunganiko mmoja kwenye saketi ya AC (vipitishio vya ardhini kwenda kwenye vipitishia ardhini) inatumika kwa mfumo wa marejeo ya ardhini kwenye pointi hiyohiyo (NEC 2005, Agosti 250.21).

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 106 15.12.18 22:55

- Angalia kuona kuwa vifaa vya vipitishaji vya mfumo wa ardhini vina umbali mfupi iwezekanavyo ardhini.
- Angalia kuwa vitu visivyo mikondo vinavyochukua sehemu za metali vimefukiwa ardhini vizuri (cheche za antena/erio, mawingu madogo, visanduku vya metali n.k).
- Unganisha ulindaji dhidi ya kasoro za ardhini kwenye mfumo unaotakiwa na NEC.

  Zingatia:

  Mbururo wa bolti za kingo kwenye uso wa kifungio kilichokwisha/kumalizika kama pointi ya mgusano imeondolewa vizuri

- Angalia ukinzani wa mfumo wa ardhi kwenye ardhi NEC inaruhusu ohms 25 pungufu.
- Thibitisha kuwa vipitishaji vya vifaa vya ardhini ni vya kijani au vidogo na vimeundwa vizuri.

J| *ALAMA ZA USALAMA*

- Weka lebo kwenye fyuzi yoyote au kikata saketi ambacho kinaweza kuwekwa nishati upande wowote (NEC 2005. Ibara ya 690.17).
- Weka alama ya mahali pa muingiliano wa miingiliano kwa muingiliano wa mfumo wa PV (NEC 2005 Ibara ya 690 .54).
- Weka alama kwenye sehemu ya kuingilia ya huduma ya kifaa ambayo inaonyesha aina na mahali pa eneo la chanzo cha umeme kilichopo (NEC 2005 ibara ya 702.8).
- Weka alama ya kutovuta sigara karibu na betri.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 107 15.12.18 22:55

- Weka alama mahali penye mkondo wa uendeshaji wa mfumo wa utenganishaji wa PV, volteji ya uendeshaji, wastani wa mfumo wa volteji na mkondo wa shoti ya saketi (NEC 2005, ibara ya 6890.53).
- Toa andiko lolote la nyongeza ambalo linaweza kumsaidia mmiliki wa nyumbani, mkaguzi au maofisa wa zimamoto.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 108 15.12.18 22:55

5.0

SURA YA TANO: UTENGENEZAJI NA UREKEBISHAJI WA HITILAFU

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 109 15.12.18 22:55

5.1 ORODHA YA NYENZO NA ZANA

Ulete nyenzo na zana zifuatazo kwenye ziara yoyote ya matengenezo.

Kisanduku cha huduma ya kwanza

Nyundo ya kulehemia na lehemu

Renchi ya toki

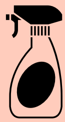
Karatasi

Penseli

Matambara ya kufutia/lapulapu

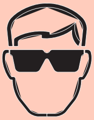
Bisibisi (Bapa na nyota)

Hydromita



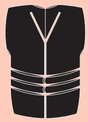
Magadi ya kuumulia
(Siki iwapo unatumia betri za alkalini)

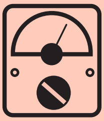
mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 110 15.12.18 22:55



Miwani ya usalama

Aproni ya mpira

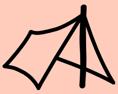




Mita ya omu
ya voti

Tepe za waya

Koleo



Betri za fyuzi za
furiko, nati za waya

Kompaundi ya
kuondoa oksijeni

Maji ya mvuke/maji
yaliyotoneshwa/
kenekwa

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 111 15.12.18 22:55

5.2 UTENGENEZAJI WA VIJENZI VYA PV

Ingawa mifumo ya nishati ya Fotovoltaiki inahitaji matengenezo madogo ukilinganisha na mifumo mingine ya nishati, fanya matengenezo madogomadogo katika vipindi mbalimbali.

A| *ANTENA/ERIO YA FOTOVOLTAIKI*

Antena/erio ya PV inahitaji matengenezo madogo. Iwapo mfumo uko katika mazingira ya vumbi, yenye mvua kidogo, mfumo wa areyi unahitaji kusafishwa mara kwa mara. Safisha moduli kwa maji na sabuni ya unga isiyo kali. Epuka kiyeyusho au sabuni kali ya unga.

Msanduku ya waya yaangaliwe mara kwa mara kwa ajili ya ulindaji dhidi ya hali ya hewa. Na iwapo kuna swali lolote kuhusu upataji wa sola, angalia matatizo ya uzibaji yanayosababishwa na ukuaji wa mmea mpya.

B| *BETRI*

Iwapo una wajibu wa kuzalisha nishati, na kisha una wajibu wa matengenezo, matengenezo ya betri yanategemea kwa kiasi kikubwa aina ya betri ingawa betri zote zinahitaji ukaguzi kuthibitisha uendeshaji wa mfumo.

Kukadiria hali ya betri ya chaji unaweza kupima volteji ya betri kwa Volti mita. Kuendesha chombo cha umeme kwa dakika nyingi kutaimarisha volteji ya betri na kuondoa chaji zozote zisizo sahihi . Usipime volteji wakati betri inachajiwa au kuchajuliwa/kutolewa. Tenganisha betri kutoka kwenye areyi na chombo cha umeme kabla ya kuangalia kipimo cha volteji. Uwezo halisi zaidi unaweza kupatikana kutoka kwenye data ya mtengenezaji wa betri.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 112 15.12.18 22:55

C| BETRI ZA NICAD NA VIMIMINIKA VYA KICHANGANUO UMEME/ELEKTROLAITI ZILIZOFUNGWA (VRIA):

Betri za nicad na vimiminika vya kichanganuo umeme/elektrolaiti zilizofungwa zinahitaji kiasi kidogo cha matengenezo ya mwaka. Miunganiko ya kingo, kusubu/kukalibu, hewa na waya viangaliwe nusu mwaka. Hata betri zisizohitaji matengenezo (maintanance free battery)– zinahitaji ukaguzi wa miunganiko ya kingo, volteji za waya na mikakati yoyote ya hewa.

D| BETRI ZA VIMIMINIKA VYA RISASI/TANGULIO-ASIDI ZENYE HEWA:

Mzunguko wa kina, betri za vimiminika vya elektrolaiti ya risasi/tangulio-asidi, kama vile zile zinazotumika kwenye magari ya umeme, zinahitaji matengenezo makubwa. Betri hizi zina kiasi cha juu cha gesi kuliko betri nyingine na zinahitaji maji ya mvuke/ kutonesha/ kukeneka. Vilevile zinaelekea kwenye utabaka wa asidi chini ya betri zinapokuwa hazina chaji. Kiasi kidogo cha kuchaji zaidi kitasaidia utabakishaji. Kiasi hiki cha ziada cha chaji pia kinaweza kurekebisha betri zote katika mfuatano na/au nyuzi sambamba. Urekebishaji ni mchakato wa kukamilisha seli zote katika betri katika hali sawa ya asilimia 100 kwa betri za asidi ya risasi/tangulio. Unaweza kupunguza mahitaji ya matengenezo kwa kutumia mjumuisho tena au hewa ya betri ya katalisi ya inveta/kigeuzimkondo ambayo inachukua gesi ya haidrojeni na kuijumuisha tena na oksijeni kufanya maji. Maji haya moja kwa moja yatarudi kwenye elekrolaiti/kichanganuo umeme.

E| KUTAMBUA HALI YA CHAJI KWA KUPIMA MVUTANO/ GRAVITI MAALUMU:

Betri za elektrolaiti/kichanganuo umeme zisizofungwa za asidi zinaweza kupimwa kiusahihi kwa hali ya chaji kwa maana kuwa

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 113 15.12.18 22:55

haidrometa ni aina ya balbu ya sirinji ambayo itachukua elektrolaiti/ kichanganuoumeme kutoka kwenye seli/betri. Kioo/ Glasi inayoelea katika pipa la haidrometa inagezwa kusomwa kwa maana ya mvutano/graviti maalumu. Ikielea chini ya sinki katika elektrolaiti/ kichanganuoumeme, hushusha mvutano wake maalumu na hali ya chaji.

ZINGATIA: *usichukue kipimo cha haidrometa haraka baada ya maji kuongezwa kwenye seli. Maji lazima yachanganywe kabisa na elektrolaiti/ kichanganuoumeme kwa kuchaji betri kabla kipimo cha haidrometa hakijaaminika.*

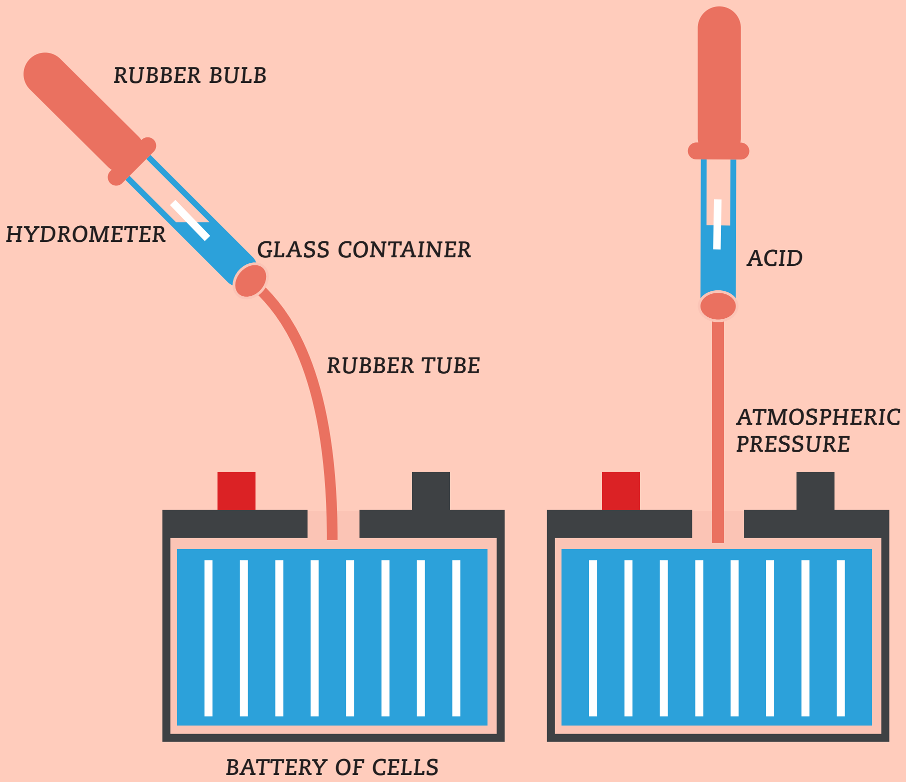
E.1 Vaa miwani ya usalama, glavu za mpira na aproni za mpira. Uwe na magadi ya kuumulia kuyeyusha/kupunguza uvujaji wa asidi yoyote na kuwa na maji baridi yaliyopo kwa madhumuni ya kububujisha. Iwapo utaingiwa na asidi machoni mwako, bubujisha na maji haraka kwa angalau dakika 10 na pata msaada wa kitabibu.

E.2 Chukua elektrolaiti/kichanganuoumeme ndani na nje ya haidrometa mara nyingi kuleta joto la ueleaji wa haidrometa na pipa kwa namna ya elekrolaiti kwenye seli. Shikilia pipa kwa wima ili mueleo haufuti kwenye upande wake.

E.3 Chukua kiasi cha elektrolaiti/kichanganuoumeme kwenye pipa kwa balbu iliyopanuliwa kiukamilifu, ueleaji uondolewe huru, bila kushika upande wa juu au wa chini wa kizibo cha pipa.

E.4 Soma haidrometa kwa kiwango cha macho kwa uso wa kimiminika kwenye pipa la haidrometa. Usitilie maanani mpindiko wa kimiminika ambapo uso umepanda dhidi ya tawi linaloelea na

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 114 15.12.18 22:55


RUBBER BULB
HYDROMETER
GLASS CONTAINER
RUBBER TUBE
BATTERY OF CELLS
ACID
ATMOSPHERIC
PRESSURE

pipa kwa sababu ya mkazo wa uso.

ZINGATIA: *Kumbuka kuwa baadhi ya betri mpya hazitoi kipimo kamili na maalumu cha mvutano/graviti mpaka baada ya kwenda mizunguko mingi.*

F| *MAJI YA KUONGEZWA:*

Maji pekee ya kutumiwa wakati wa kuandaa elektrolaiti ni maji ya kutona/ya mvuke. Hili pia ni sahihi kwa mtiririko/mzunguko wa maji ya kuongezwa kwenye betri. Hakikisha usitumie maji yenye madini au maji ya chemchemu. TUMIA MAJI BARIDI YA BETRI. Epuka kutumia makontena yenye metali. Uchafu wa metali utapunguza utendaji wa betri.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 116 15.12.18 22:55

5.3 DOSARI ZA KAWAIDA ZA UREKEBISHAJI WA MFUMO

Njia nzuri ya kuepuka kushindwa kwa mfumo ni kwa kuanza kufunga mfumo wa ubora wa juu ulioundwa vizuri. Matengenezo ya mara kwa mara ni kitu cha pili cha kujilinda dhidi ya kushindwa. Hatua ya kwanza kurekebisha matatizo ya mfumo wa nishati ya mfumo wa Fotovoltaiki ni kuhifadhi maandiko yote ya bidhaa ya mtengenezaji ambayo huja na kila bidhaa/vijenzi. Andiko hili liwekwe mahali pazuri ambako litalindwa dhidi ya hali ya hewa, kemikali na viumbe waharibifu.

Kushindwa kwa kawaida kwa mfumo ni mara nyingi rahisi kurekebishwa. Uchunguze mfumo kwa matatizo makubwa kwanza kuokoa muda mwingi muhimu, ushindwaji mwingi wa kawaida wa mfumo ni fyuzi kuharibika, vikataji vyepesi au miunganiko mibaya. Tatizo lingine la kawaida ni kuhifadhi betri Ikiwa ina chaji kidogo au ikiwa haina chaji kabisa. Orodhahakiki ifuatayo ya urekebishaji wa hitilafu kwa uendeshaji wa mfumo inaweza kukamilishwa kwa kutazama, isipokuwa kwa vitu viwili vya mwisho katika orodha ifuatayo;

- Hali ya hewa inakuwa na mawingu siku nyingi?
- Angalia areyi kwa kuzibwa / kivuli sehemu au uchafu.
- Angalia fyuzi zote na vikata saketi.
- Angalia mfumo wa waya kwa miunganiko. Na/au ulikaji.
- Angalia moduli na betri kwa muundo mzuri wa mfuatano sambamba.
- Angalia mfumo wa waya kwa uncha mzuri.
- Angalia mfumo kwa ajili ya mfumo mzuri wa volteji na mkondo.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 117 15.12.18 22:55

5.4 UREKEBISHAJI WA MATATIZO YA UWEKAJI WAYA KWA KUTUMIA MITA MBALIMBALI

Mita ya Miliampea za Omu za Voti (VOM) ni muhimu kwa urekebishaji wa matatizo ya uwekaji waya. Unapaswa kuzoea uendeshaji mzuri wa mita hizi kuhakikisha usalama wako na kuilinda mita na vifaa vya mfumo. Kujizoesha na mita, rejea kwenye mwongozo wa uendeshaji kwa matumizi mazuri ya mita.

Kazi muhimu zaidi zinazofanywa na mita ya VOM zinajumuisha:

- Kuangalia uendelevu.
- Kupima volteji za AC na DC.
- Kuangalia uncha wa volteji ya DC.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 118 15.12.18 22:55

5.5 TAHADHARI ZA JUMLA ZA USALAMA

Tahadhari hizi ni ukumbusho wa sumu maalumu ambazo sharti ziepukwe wakati wa kutumia mita ya VOM wakati wote rejea kwenye mwongozo wa kifaa na soma maonyo na maelekezo maalumu ya mtengenezaji

- Wakati wote vaa miwani ya usalama unaposhughulikia saketi ya umeme.
- Usishughulikie vifaa, tanguo/risasi yake ya majaribio au saketi wakati kina volteji ya juu.
- Endesha/shughulikia mita ya VOM iwapo una ujuzi wa kugundua mshituko wa hatari na kufundishwa kuhusu tahadhari za usalama zinazotakiwa kuepuka uwezekano wa majeraha.
- Usishughulikie saketi za umeme peke yako hakikisha kuwa kuna mtu karibu mwenye maarifa ya matibabu au fundi mwenzio.
- Weka vyanzo vyote vya volteji na mkondo uliopo kupita kabla ya kufanya muunganiko kwenye saketi.
- Zima vyanzo vya nishati na ondoa/chajua kijazo/kapasita yoyote kwenye saketi kupimwa kabla ya kuunganishwa au kutenganishwa kutoka kwenye saketi.
- Kausha mikono yako, viatu, sakafu na benchi la kufanyia kazi kabla ya kushughulikia umeme.
- Usibadili swichi au miunganiko ya tangulio/risasi ya majaribio wakati saketi imetiwa nishati. Hili linaweza kusababisha uharibifu kwenye kifaa na uwezekano wa majeraha kwa mtu.
- Angalia na angalia mara mbili kuwa swichi za kuunganisha ziko wazi,

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 119 15.12.18 22:55

na thibitisha kuwa tangulio/risasi za mita ziko kwenye mahali sahihi kabla ya kuingiza nishati kwenye chombo.

- Hakikisha kuwa chombo unachokitumia kimefukiwa vizuri na fyuzi ni za aina na kiwango kinachofaa.
- Wakati unapima mkondo au volteji ya kiasi kisichojulikana, anza kwa kupima kipimo kikubwa kilichopo. Endelea kwenye kipimo kidogo wakati umeridhika kuwa thamani iko kwenye ukomo wa kipimo kidogo.

A| *KUANGALIA UENDELEVU*

Angalia uendelevu iwapo unaonyesha ama saketi iko wazi au kufungwa, ambapo ni muhimu wakati wa kuangalia waya zilizokatika, shoti za fyuzi za saketi au uendeshaji wa swichi ukiangalia uendelevu unaohusisha ukinzani wa shoti wa saketi, saketi zina ukinzani mdogo sana. Saketi zilizofungwa zina ukinzani kiasi kutegemea na waya wa saketi na vyombo vya umeme. Fungua kizuizi cha mwisho cha ukinzani wa saketi. Tumia taratibu zifuatazo kuangalia uendelevu.

TAHADHARI!

B| *UKINZANI NA /AU UPIMAJI WA UENDELEVU (CONTINUITY) UFANYWE BILA NISHATI*

Kuangalia uendelevu wa saketi

B.1 Zima nishati na chajua/ondoa vijazo/kapasita zote.

B.2 Tenganisha angalau kipitishio kimoja kwenye saketi.

B.3 Plagi/ziba tangulio/risasi nyeusi ya majaribio kwenye nyeusi ya kawaida [–]. Plagi/ziba tangulio/risasi nyekundu ya majaribio kwenye omu chanya [+].

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 120 15.12.18 22:55

B.4 Unganisha miisho ya tangulio/risasi ya majaribio pamoja kwenye saketi kinzani ya VOM.

B.5 Funga/zima kidhibiti cha omu kuwa sifuri mpaka sindano itakapoonyesha omu sifuri.

B.6 Unganisha tangulio/risasi ya majaribio. Sasa uko tayari kuangalia uendelevu.

B.7 Unganisha tangulio/risasi moja ya majaribio kwenye pointi ya kutenganisha kwenye saketi unayotaka kuipima na tangulio/risasi nyingine kwenye mwisho mkabala wa saketi.

Saketi ya wazi haina uendelevu na itasoma kuisha kwa ukinzani. Kionyeshi/Mshale/Pointa haitasogea. Saketi iliyofungwa ina uendelevu na itasoma ukinzani mdogo au hakuna. Sindano itakwenda upande wa kulia wa kipimo.

C| *UPIMAJI WA VOLTEJI*

Upimaji wa volteji ni sawa na upimaji uendelevu, isipokuwa kwamba unapima ukubwa wa nishati kwenye saketi; volteji. Hatua zifuatazo ni utaratibu wa kupima volteji kwenye saketi.

D| *KUPIMA VOLTEJI YA SAKETI*

D.1 Pitia sura ya 16 vifaa vinavyofaa kwa kujilinda na tahadhari za usalama za kuzitumia wakati wa kupima volteji.

D.2 Chagua aina sahihi ya volteji inayopimwa mkondo geu au mkondo mfululizo kukusaidia katika kupima volteji ya mkondo mfululizo baadhi ya mita zina mkondo mfululizo chanya [+] na mkondo mfululizo hasi [–], mita itasoma thamani ya chanya iliyounganishwa kiusahihi. Iwapo mita imewekwa kwenye nyaya

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 121 15.12.18 22:55

zisizo sahihi, uncha utasoma thamani hasi na itaashiria kuhusu ufungaji waya usio sahihi au uwekaji mita ya usomaji usio sahihi.

D.3 Panga kiashirio kwenye kipimo sahihi. Iwapo kipimo cha volteji hakijulikani, anza katika kipimo cha juu na nenda chini kuzuia uharibifu wa mita au majeraha kwako.

D.4 Plagi/Ziba kipimo cha upimaji mweusi kwenye kawaida [–] plagi/ziba kipimo cha upimaji mwekundu kwenye jeki (volteji) chanya [+].

D.5 Zima nishati na chajua/toa vijazo/kapasita zozote kwenye saketi.

D.6 Kwa saketi ya mkondo mfululizo unganisha kipimo cheusi kwenye upande wa hasi wa kiunganishaji cha saketi, kipimo chekundu upande wa chanya

D.7 Kwa mkondo geu, unganisha kipimo cheusi kwenye upande wa kawaida au batili wa saketi. Unganisha kipimo chekundu upande wenye joto wa saketi.

D.8 Washa nishati

D.9 Soma volteji kwenye upande sahihi. Iwapo sindano itageuka au kurudi nyuma, uncha wa waya au mita unaweza kurudi nyuma/kuwa kinyume.

E| *KUPIMA MKONDO*

Kupima mkondo ni sawa na kupima volteji isipokuwa kwamba ni upimaji wa nishati kupitia mkondo wa kwenye saketi, hatua zifuatazo ni utaratibu wa kupima mkondo katika saketi.

F| *KUPIMA MKONDO WA SAKETI*

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 122 15.12.18 22:55

F.1 Kwenye mita ya VOM chagua aina ya mkondo unaopimwa, mkondo geu au mkondo mfululizo. Sehemu chanya [+] ya mkondo mfululizo itaashiria uncha sahihi wakati kipimo kitakapounganishwa kwenye upande wa chanya [+] wa saketi na nyeusi kuunganishwa kwenye upande hasi [–] wa uncha wa saketi unaweza kuwa kinyume kwa kuwasha kwenye upande wa hasi [–] wa mkondo mfululizo.

F.2 Panga kiashirio kwenye kipimo kinachofaa iwapo kipimo cha mkondo hakijulikani, anza katika kipimo cha juu zaidi.

F.3 Plagi/Ziba kipimo cheusi kwenye jeki ya kawaida [–]. Plagi/ Ziba kipimo chekundu kwenye jeki chanya [+] (Ampea).

F.4 Zima nishati na chajua/ondoa vijazo/kapasita zote katika saketi.

F.5 Fungua upande wa ardhini wa saketi ambako mkondo unapimwa.

F.6 Unganisha mita kwenye mfuatano (saketi lazima ivunjike kisha mita inaingizwa pamoja na saketi).

F.7 Tahadhari: Kamwe usiunganishe mita kukatisha vyanzo vya volteji. Kufanya hivyo kunaweza kusababisha uharibifu kwenye mita yako au kifaa kinachopimwa. Hili halihusiki wakati wa kupima moduli, kwani ina ukomo wa mkondo.

F.8 Washa nishati soma mkondo kwenye kipimo halisi.

ZINGATIA: *baadhi ya mafundi wanapenda kutumia gango kwenye ameta. Wanapima kwa urahisi mkondo bila ya kuhitajika kufungua saketi. Mita hubana kwenye kipitishio kimoja na kusoma mkondo kupitia udukizi.*

---

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 123 15.12.18 22:55

G| *KUANGALIA UNCHA*

Uncha wa saketi unamaanisha saketi za mkondo mfululizo tu. Saketi za mkondo geu hazina uncha, kwa sababu uncha kwenye saketi ya mkondo geu iko kinyume/inarudi mara sitini kwa sekunde.

Ni muhimu kuangalia uncha wa saketi kabla ya kuingiza mfumo wa nishati (wakati saketi iko mahali pa wazi). Wakati uncha kwenye saketi ya mkondo mfululizo umerudi nyuma, mota za mkondo mfululizo zitarudi nyuma na mara nyingi kwa juu, baadhi ya vifaa vya mkondo mfululizo havitafanya kazi kabisa. Vingine vitaharibiwa na uncha uliorudi nyuma/ulio kinyume/uliogeuka.

Zifuatazo ni hatua za kupima volteji za saketi ya mkondo mfululizo.

G.1 Thibitisha utenganishaji kwenye nafasi ya wazi.

G.2 Kwenye mita ya VOM, chagua aina ya volteji inayopimwa kama DC.

G.3 Unganisha tangulio/ risasi nyekundu kwenye upande wa chanya [+] wa saketi na nyeusi kwenye upande hasi [–].

H| Iwapo kionyeshi/pointa/mshale wa mita utasoma thamani ya chanya [+] uncha uko sahihi. Uncha unakuwa kinyume iwapo kionyeshi/ pointa/ mshale utageuka chini ya sifuri kwenye mita ya kipimo cha analojia au thamani hasi kuonekana kwenye mita ya kidijiti.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 124 15.12.18 22:55

5.6 MATATIZO MAALUMU YA UREKEBISHAJI WA HITILAFU

Sehemu hii ina taarifa za urekebishaji wa hitilafu kwa masuala ya mfumo wa nishati wa Fotovoltaiki. Marekebisho yaliyoorodheshwa yanaweza yasifae kwa baadhi ya vifaa kwenye mfumo wako. Jizoeshe na uanishaji wa watengenezaji wa kifaa chako kwa kutumia mwongozo huu.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 125 15.12.18 22:55

JEDWALI NAMBA MOJA: CHOMBO CHA UMEME HAKIFANYI KAZI

UWEZEKANO WA SABABU	MAREKEBISHO
Fyuzi imeungua au kikata saketi kutoa ishara	Chunguza kwa uwezekano wa shoti ya saketi kuzidisha mawimbi. Badilisha au weka tena kikata saketi.
Saketi iko wazi kwa sababu ya kukatika au kutenganishwa	Angalia uendelevu wa saketi kwenye chombo cha umeme
Kifaa kina joto/moto mwingi	Subiri chombo kipoe. Weka tena kilinda joto
Kuingiza kijazo/kapasita ya mawimbi isiyotosha	Funga kigeuza mkondo/inveta kubwa au punguza mzigo/ vyombo vya umeme

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 126 15.12.18 22:55

JEDWALI NAMBA MBILI: BETRI HAINA CHAJI

UWEZEKANO WA SABABU	MAREKEBISHO
Kipindi cha mawingu hali ya hewa kutozichaji betri.	Ongeza kujitegemea kwa mfumo punguza kiwango cha matumizi ya umeme
Utumiaji halisi wa nishati umezidi uzito uliokadiriwa	Punguza utumiaji wa nishati ya umeme au tathmini tena mzigo/vyombo vya umeme na ongeza ipasavyo vilawa/zao kwenye mfumo
Kimiminika cha betri kimepungua/ kiko chini	Angalia kiwango cha kimiminika cha kila seli. Jaza kwa maji ya mvuke kama itakavyohitajika
Mvutano/Graviti maalumu ya seli za betri haikuandikwa 1.1 hadi 1.4	Fanya upimaji wa chombo cha umeme. Badilisha betri kama imezeeka
Ujazo na uwezo wa betri umepunguzwa	Badilisha hifadhi/benki ya betri
Kuzidi kupungua kwa volteji ya betri kunakosababishwa na mkondo wa juu kwenye waya mdogo/au kuchakaa	Angalia na kokotoa uwezekano wa upunguaji wa volteji

→

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 127 15.12.18 22:55

JEDWALI NAMBA MBILI: BETRI HAINA CHAJI

UWEZEKANO WA SABABU	MAREKEBISHO
Iwapo kidhibiti kina kifidia uharibifu kwenye king'amuzi au ukuta wa waya wa king'amuzi unasababisha mabadiliko	Kagua king'amuzi cha joto au uharibifu wa waya na tengeneza
Udhibiti kutoruhusu mkondo kamili wa chaji wakati taa za chaji zinawaka	Udhibiti wa kugeuza. Rudisha kipimo kwa ajili ya matengenezo au chunguza utenganisho wa volteji ya juu

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 128 15.12.18 22:55

JEDWALI NAMBA TATU: BETRI LINACHAJI ZAIDI/LINA UPOTEVU MKUBWA WA MAJI

UWEZEKANO WA SABABU	MAREKEBISHO
Kidhibiti kinapokea hisia inayofaa ya volteji za betri	Kwa vidhibiti vyenye ufidiaji wa joto angalia miunganiko. Rekebisha vitenganishaji vya volteji ya juu
Iwapo kidhibiti kina uharibifu wa ufidiaji wa joto kwenye king'amuzi au waya utasababisha kuchaji zaidi.	Kagua king'amuzi cha joto au uharibifu wa waya na tengeneza
Betri zina joto mno. Volteji ya gesi iko chini kuliko kawaida.	Hami hifadhi/benki au badilisha kidhibiti kwa kipimo chenye ufidiaji wa joto
Kidhibiti kila wakati kinaruhusu chaji kamili na kusababisha betri kufikia kiwango cha juu mno cha volteji.	Chunguza volteji kwenye kingo za betri kuangalia wakati kirekebishaji kimewaka. Linganisha na nafasi na rekebisha.

JEDWALI NAMBA NNNE: RILEI KUTOA MVUMO

VOLTEJI YA BETRI ISIYO SAHIHI	**ANGALIA MFUATANO WA WAYA WA BETRI, ANGALIA VIDHIBITI VYA VOLTEJI KWA UWIANISHAJI MZURI**
Uunganishaji wa betri usio sahihi	Angalia kwa ajili ya uunganishaji mzuri
Waya uliokatika kutoka kwenye betri	Angalia uwekaji waya
Mgusano wa rilei umezibwa	Safisha mgusano
Betri kufa	Pima kiwango cha chaji cha betri. Iwapo volteji iko chini sana, unganisha antena/erio moja kwa moja kwenye mnyororo wa kipimo cha betri. Kisha unganisha tena kidhibiti.

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 130 15.12.18 22:55

JEDWALI NAMBA TANO: UTENDAJI WA KIMAKOSA WA KIDHIBITI CHAJI

UWEZEKANO WA SABABU	MAREKEBISHO
Siku ya kwanza ya utendaji au antena/erio ilitenganishwa siku hiyo	Angalia utendaji siku inayofuata, mzunguko mzuri ufanywe tena kwa kudhibitiwa na saketi. Tenganisha antena/erio, subiri sekunde 10, na kisha unganisha tena kujaribu mzunguko.
Vyombo vya umeme, kama vile vigeuza mkondo/inveta, vinaweza kuzalisha kelele za kielektroni.	Weka/unga waya kigeuza mkondo/inveta moja kwa moja kwenye betri. Ongeza uchujaji kwenye vyombo vya umeme
Betri ina kasoro na inazidi kuharibika jambo linalosababisha mbembeo/ mzunguko usio wa kawaida wa volteji.	Badilisha betri

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 131 15.12.18 22:55

JEDWALI NAMBA SITA:
VYOMBO VYA UMEME VIMETENGANISHWA ISIVYO

UWEZEKANO WA SABABU	MAREKEBISHO
Kidhibiti hakipokei volteji nzuri ya umeme	Angalia muunganiko kwenye volteji ya betri na kingo za king'amuzi cha ufidiaji wa joto
Kigeuza mkondo/inveta inaweza kusababisha tatizo	Weka/unga waya kigeuza mkondo/inveta moja kwa moja kwenye betri. Ongeza uchujaji kwenye chombo cha umeme
Chombo cha umeme kina mawimbi mengi	Angalia uanishaji wa chombo cha umeme kwa upunguaji wa volteji ya betri kiwango cha mawimbi. Tumia mzunguko wa waya mkubwa au waya mfupi. Zingatia betri kubwa au jenereta
Kugoma kwa uwakaji mwanga	Angalia volteji
Kudhibiti dosari	Pima wakati kidhibiti cha chombo cha umeme kinawaka, fananisha na karatasi maalumu. Rudia matengenezo ya kipimo iwapo si sahihi
Rekebisha utenganishaji wa volteji ya chini iwapo ni wa juu sana	Weka tena marekebisho ya utenganishaji wa volteji ya chini kwa kutumia vyanzo mbalimbali vya umeme

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 132 15.12.18 22:55

JEDWALI NAMBA SABA: CHOMBO CHA UMEME KUTOTENGANISHWA

UWEZEKANO WA SABABU	MAREKEBISHO
Udhibiti wa chombo hauwezwi na swichi	Angalia nafasi ya mwongozo wa swichi ya chombo cha umeme
Kipimo kutokuwa na kitenganishi cha volteji ya chini	Kidhibiti hakina udhibiti wa chombo
Mgomo wa kuwaka mwanga au chanzo kingine cha volteji ya juu kuharibika kwa kidhibiti	Angalia volteji wakati udhibiti unawaka linganisha na uainishaji. Rudia kipimo kwa matengenezo iwapo si sahihi

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 133 15.12.18 22:55

JEDWALI NAMBA NANE: KUUNGUA KWA FYUZI YA ANTENA/ERIO

UWEZEKANO WA SABABU	MAREKEBISHO
Utendaji wa upimaji wa shoti ya antena/erio na uunganishaji wa betri	Tenganisha betri kutoka kwenye kidhibiti kufanya upimaji
Antena/erio kuzidi kiwango cha udhibiti	Ongeza kidhibiti kingine sambamba iwapo inafaa au kubadilisha na kidhibiti chenye kijazo/kapasita kubwa zaidi

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 134 15.12.18 22:55

JEDWALI NAMBA TISA:
KUUNGUA KWA FYUZI YA CHOMBO/KIKATA SAKETI

UWEZEKANO WA SABABU	MAREKEBISHO
Chombo kinazidi kiwango cha kidhibiti, fyuzi au kikata saketi	Angalia kiwango cha kwenye kidhibiti angalia shoti kwenye saketi ya chombo. Angalia kwa ajili ya kuzidi kwa wastani wa ampea za chombo dhidi ya ulindaji wa mkondo
Mawimbi ya mkondo wa chombo kuzidi kiwango cha fyuzi	Badilisha fyuzi na aina ya fyuzi zenye uwezekano mdogo wa kuungua

JEDWALI NAMBA KUMI: KUWASHA CHAJI USIKU

UWEZEKANO WA SABABU	MAREKEBISHO
Uendeshaji wa kawaida kwa baadhi ya vidhibiti vyenye saketi za muda iwapo ni pungufu ya saa baada ya jua kuzama	Angalia baadaye
Siku ya kwanza ya kufunga mfumo au kutenganisha antena/erio siku hiyo	Kwa kidhibiti na saketi ya muda, angalia uendeshaji wa siku inayofuata
Udhibiti wa dosari	Rudia/Rudisha kipimo kwa matengenezo

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 136 15.12.18 22:55

JEDWALI NAMBA KUMI NA MOJA:
MZUNGUKO WA PAMPU KUWAKA NA KUZIMA

UWEZEKANO WA SABABU	MAREKEBISHO
Hewa kwenye mabomba	Kutoa hewa
Kuzuia utoaji wa pampu	Angalia mistari ya uchajuaji/utoaji, vifaa na vali hazikufungwa au kutolingana

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 137 15.12.18 22:55

JEDWALI NAMBA KUMI NA MBILI: PAMPU KUSHINDWA KUWA BORA/ UENDESHAJI WA MOTA LAKINI SIO KUCHAJUA/KUONDOA PAMPU

UWEZEKANO WA SABABU	MAREKEBISHO
Uzalishaji wa chanzo cha maji hautoshi	Ongeza kiasi cha maji
Pampu zina muda mfupi wa kufanya kazi	Angalia uainishaji wa pampu. Badilisha au chagua pampu nyingine katika mfuatano ikilazimu
Pampu ya mkondo mfululizo inafanya kazi kwa kwenda nyuma/kinyume	Angalia uncha na geuza waya
Mfyonzo ulio na mpaka au mstari wa uchajuaji/ uondoaji	Fungua vishikizo vyote safisha mistari yote iliyofungwa
Uvujaji wa hewa kwenye mstari wa mfyonzo	Ziba uvujaji wa hewa
Kiwambo cha pampu kuwa na pancha	Badilisha kiwambo
Dosari ya pampu, angalia vali	Badilisha, angalia vali
Kuvunjika kwa nyumba/ kifunika pampu	Badilisha nyumba/kifunika/ kifungio

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 138 15.12.18 22:55

JEDWALI NAMBA KUMI NA TATU:
MOTA YA PAMPU KUSHINDWA KUWAKA

UWEZEKANO WA SABABU	MAREKEBISHO
Swichi ya pampu imezimwa	Washa/Fungua pampu
Uunganishaji wa waya uliolegea au kubabuka	Kusafisha muunganiko. Muunganiko uliokaza
Kushindwa kwa msukumo wa swichi	Kubadilisha swichi ya msukumo Kubadilisha mota ya pampu

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 139 15.12.18 22:55

JEDWALI NAMBA KUMI NA NNE: PAMPU KUSHINDWA KUZIMA BAADA YA VISHIKIO VYOTE KUFUNGWA

UWEZEKANO WA SABABU	MAREKEBISHO
Tangi bado halijajaa	Uendeshaji/ushughulikiaji wa kawaida
Kiwambo cha pampu kuwa na pancha	Badilisha kiwambo
Chajua/ondoa uvujaji wa mstari	Tengeneza uvujaji
Dosari ya swichi ya msukumo	Kubadilisha swichi ya msukumo
Volteji hadi pampu kutokuwa na ufanisi	Angalia miunganiko ya waya iliyolegea au kubabuka Angalia kuzidi kwa upotevu wa mstari

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 140 15.12.18 22:55

JEDWALI NAMBA KUMI NA TANO:
TAA ZA KUMETEMETE KUFANYA KAZI KIMAKOSA

UWEZEKANO WA SABABU	MAREKEBISHO
Jotoridi kuathiri farumi	Tia joto waya wote kama kwenye marekebisho yaliyopita
Kufungua saketi	Badilisha farumi
Farumi mbaya	Funga tyubu salama, iwapo zipo kwa ukubwa wa taa

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 141 15.12.18 22:55

JEDWALI NAMBA KUMI NA SITA:
TAA ZA KUMEKA KUANGUKA KABLA YA WAKATI WAKE

UWEZEKANO WA SABABU	MAREKEBISHO
Taa kuwa na mtetemo au mshituko	Chonga upya au hamisha tena vishikio
Taa kupokea volteji zisizo sahihi	Thibitisha na tengeneza
Taa zisizo sahihi kutumiwa	Thibitisha na tengeneza

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 142 15.12.18 22:55

JEDWALI NAMBA KUMI NA SABA:
UDHIBITI MWANGA WENYE DOSARI

UWEZEKANO WA SABABU	MAREKEBISHO
Mstari wa volteji kuwa juu au chini isivyo kawaida	Angalia volteji kwenye udhibiti wa picha na chukua hatua kurekebisha hali
Udhibiti wa picha kutowekewa kiwango kwenye volteji zinazotumiwa	Badilisha udhibiti picha na kipimo cha kiwango sahihi cha volteji
Mgusano umetambuzwa kwa sababu ya chombo/mzigo kuzidi	Badili udhibiti wa picha kwenye mwelekeo wa kiasi kikubwa cha mwanga asilia
Umulikaji wa mwanga wa udhibiti wa picha usiotosha wakati wa mchana	Kuweka pengine udhibiti wa mwanga kuepuka vyanzo visivyo vya asili vya mwanga
Mwanga kutoka kwenye chombo kumulika kwenye udhibiti wa picha moja kwa moja au sio moja kwa moja	Weka pengine udhibiti wa picha kuepuka vyanzo visivyo vya asili vya mwanga
Uwekaji waya usio sahihi	Rejea kwenye kiwambo cha waya na rekebisha

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 143 15.12.18 22:55

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 144 15.12.18 22:55

VIAMBATANISHO

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 145 15.12.18 22:55

FAHARASA

A

Areyi 31—78—91—92—102
Areyi ya Fotovoltaiki 78—91—102
Areyi ya PV 78—91—102

F

Farumi 141
Fotovoltaiki 17—25—27—37
Moduli ya Fotovoltaiki 23
PV 17
Seli ya fotovoltaiki 21
Seli za sola 17
Fyuzi 111—126—134—135

I

Inveta 21—33—59—61—63—66—68—95—106

J

Jarabati Halihewa 66
Uzingo wa jarabati halihewa 66
Jotoridi 141

K

Kichanganuo umeme 113
Kigeuza mkondo 95—106—132
Kigeuza mkondo/inveta 95—106—132
Kimiminika 127
King'amuzi 128—129

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 146 15.12.18 22:55

Kirekebisha Joto 86
Kiwambo 138—140
Kumeka 142

M

Mbembeo 131
Mfyonzo 138
Mkondo 38—59—67—74—95—104—106—122
Moduli ya Fotovoltaiki 23

O

Omu 111—118—120—121

R

Rilei 130
Robota 60

S

Saini 60—62
Seli ya fotovoltaiki
  Fotovoltaiki 21
Shoti ya Saketi 93—95—104—108

T

Toki 103—105

U

Ugani 60—63
Ugwe 60
Ulinganifu 63
Umeme

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 147 15.12.18 22:55

Kichanganuo umeme 113
Umeme wa Jua 17—47
Umetambuzwa 143
Uncha 124
Uzingo 66
Uzingo wa jarabati halihewa 66

V

Vifungo 95
Vilawa 67
Virejezi 68

Z

Zao 67
Zao/Viingia 61
Zao/Vilawa 60—61—66—67

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 148 15.12.18 22:55

VIFUPISHO NA MAANA ZAKE

DEN	Daily Energy Need
Wh	Watt Hours
Ah	Ampere Hours
DC	Direct Current
AC	Alternating Current
Wp	Watt Peak
MPPT	Maximum Power Point Tracking
GFP	Grand Fault Protection
EMF	Electro Motive Force
PV	Photovoltaic
LED	Light Emiting Diode
DoD	Depth of Discharge
V	Voltage
HRDT	High Rate Discharge Tester
Amps	Ampere
AGM/GEL/NEC	Absorbed Glass Mate
STC	Standard Test Condition
kWh	Kilo Watt Hour
LVD	Low Voltage Disconect
LVR	Low Voltage Reconect
HVR	High Voltage Reconect

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 149 15.12.18 22:55

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 150 15.12.18 22:55

NUKUU MBALIMBALI ZILIZOTUMIKA

VITABU GENERAL PHOTOVOLTAIC (PV)

Canadian Photovoltaics Industries Association. *Photovoltaic Systems Design Manual*. Canada: CANMET, 1991.

ISBN 9780662170907

Green, Martin A. *Solar Cells: Principles, Technology, and System Applications*. Prentice-Hall Series in Solid State Physical Electronics. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1982.

ISBN 0138222703

Hackleman, Michael A. *Better Use of Your Electric Lights, Home Appliances, Shop Tools: Everything That Uses Electricity*. Culver City, Calif: Peace Press, 1981.

ISBN 0915238500

Halacy, D. S. *Home Energy: Your Best Options for Solar Heating and Cooling, Wood, Wind, and Photovoltaics*. Emmaus, Pa: Rodale Press, 1984.

ISBN 087857493X

Hankins, Mark. *Solar Electric Systems for Africa*. Revised edition. London; Harare: Commonwealth Secretariat, 1995.

ISBN 9780850924534

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 151 15.12.18 22:55

Imamura, M. S., P. Helm, and W. Palz. *Photovoltaic System Technology: A European Handbook*. Edited by Commission of the European Communities. Bedford [England]: H.S. Stephens & Associates on behalf of the Commission of the European Communities, 1992.

ISBN 0951027190

Kardon, Redwood, Douglas Hansen, and Michael Casey. *Code Check Electrical: An Illustrated Guide to Wiring a Safe House*. 4th ed. Newtown, CT: Taunton Press, 2005.

ISBN 9781561587384

Komp, Richard J. *Practical Photovoltaics: Electricity from Solar Cells*. 3rd ed. Ann Arbor, Mich: Aatec Publications, 1995.

ISBN 093794811X

Lasnier, France. *Photovoltaic Engineering Handbook*. Philadelphia: IOP Publishing, 1990.

ISBN 0852743114

Lorenzo, Eduardo, Roberto Zilles, and Estefanía Caamaño-Martín. *Photovoltaic Rural Electrification: A Field Picture Book*. Madrid: Artes Gráficas Gala, S. L., 2001.

ISBN 8486505925

HTTP://TINYURL.COM/MLJNNPY (GOOGLE BOOKS)

Markvart, Tomas. *Solar Electricity. Energy Engineering Learning Package*. Chichester; New York: Wiley, 1994.

ISBN 0471941611

Maycock, Paul, and Edward Stirewalt. *A Guide to the Photovoltaic Revolution*. Emmaus, Pa: Rodale Press, 1985.

ISBN 0878575324

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 152 15.12.18 22:55

Parker, B.F, and Arun S Mujumdar. *"Solar Drying in Agriculture."* Drying Technology 9, no. 4 (August 1991): 1125–26. doi:10.1080/07373939108916742, ISSN 0737-3937, 1532-2300

Perlin, John. *From Space to Earth: The Story of Solar Electricity*. 1st Havard University Press ed. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 2002.

ISBN 0674010132

Photovoltaic Design Assistance Center, ed. *"Maintenance and Operation of Stand-Alone Photovoltaic Systems."* Sandia National Laboratories, 1991.

HTTPS://WWW.WBDG.ORG/CCB/DOE/TECH/SNL_MO.PDF

Roberts, Simon. Solar Electricity: A Practical Guide to Designing and Installing Small Photovoltaic Systems. Prentice Hall, 1991.

ISBN 9780138263140

Shepperd, Lisa, and Elizabeth Richards. *"Solar Photovoltaics for Development Application."* Edited by Florida Solar Energy Center. Sandia National Laboratories, 1993.

HTTP://PROD.SANDIA.GOV/TECHLIB/ACCESS-CONTROL.CGI/1993/931642.PDF

Sherman, Robin. *"Renewables Are Ready: A Guide to Teaching Renewable Energy in Junior and Senior High School Classrooms."* Edited by Union of Concerned Scientists, 2003.

HTTP://WWW.BNL.GOV/EDUCATION/STATIC/PDF/SCIED/UNION-OF-CONCERNED-SCIENTISTS-RENEWABLESREADY_FULLREPORT.PDF

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 153 15.12.18 22:55

Solar Energy International. *Photovoltaics: Design and Installation Manual: Renewable Energy Education for a Sustainable Future*. Rev. and updated ed. Gabriola Island, BC: Carbondale, CO: New Society Publishers, 2004.

ISBN 9780865715202

Stamenic, Ljubisav, and George W. Ingham. *Solar Photovoltaics Revolution: A Power for the World*. Vancouver, B.C: Sunology International, 1995.

ISBN 0968006205

Strong, Steven J., and William G. Scheller. *The Solar Electric House: Energy for the Environmentally-Responsive, Energy-Independent Home*. Still River, Mass.: Sustainability Press, 1993.

ISBN 9780963738325

Zweibel, Kenneth, and Paul Hersch. *Basic Photovoltaic Principles and Methods*. Edited by Solar Energy Research Institute. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.

ISBN 0442281269

VITUO VYA TAARIFA ZA KITEKNOLOJIA

ARIZIONA SOLAR CENTRE offers maps, data and solar information

WWW.AZSOLARCENTER.ORG

SOLAR ENERGY INTERNATIONAL
Renewable Energy Education program teaches the practical use of solar wind and water power, through hands on workshops and online education.

WWW.SOLARENERGY.ORG

AUSTRALIAN National University. Centre for Sustainable Energy Systems: Activities in the area of photovoltaic and concentrating solar thermal.

HTTP://SOLAR.ANU.EDU.AU/

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 155 15.12.18 22:55

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 156 15.12.18 22:55

mafunzo_ya_umeme_wa_jua-2018.indd 157 15.12.18 22:55

IMEFADHILIWA NA

gef SGP The GEF Small Grants Programme 25 YEARS

UNDP

9 789976 896237