[논문] 태양에너지
Solar Energy
Vol. 16. No. 2, 1996

하화도 태양광발전시스템의 원격측정 시스템 연구

이만근, 정명웅, 김부호

한국에너지기술연구소

Study on Remote Monitoring System for manned island electrification in Korea

Man-geun Lee, Myung-woong Jung, Bu-ho Kim

Korea Institute of Energy Research

ABSTRACT

Korean goverment is promoting "the Rural Electrification Project" to replace the diesel generators with PV power supply. The PV-diesel hybrid system are proven more cost effective than that of the existing, especially in the case of small islands (less than 70 households).

In this paper, we intend to introduce the Hahwado island PV system assisted with diesel generator and remote monitoring systems as observator. The purpose of this observator is to have minimum maintenance, to improve economical effciency and system reliability by checking the system periodically at certain time interval, and to make diagnosis of its operating situations. The remote monitoring system was designed to communicate between the central and local site through exclusive ,telephone line on real-time base, using Window '95 version.

Ⅰ. 서 론

1980년대 말까지 국내의 518개의 유인도서 중 내륙에 근접해 있어서 한국 전력 계통선의 공급이 가능한 248개 도서를 제외하고는 나머지 270여개 도서는 한전의 상용전원이 공급되지 않고 있었다. 그러나 1990년 정부차원의 '농어촌 전화 촉진법'이 개정 공포되면서 점차적으로 도서지역에 24시간 상용전원을 공급하게 되었다. 제1단계 사업으로 1993년말까지 시행된 100호 이상의 유인도서 37개소와 5호 이상 벽지 지역 53개소에 내연기관의 설치 또는 계통선을 연장시켜 24시간 송전체제를 갖추었다. 이어서 제2단계 사업으로 1994년부터 1996년까지 50호 이상 100호 미만 도서에 대해서도 디젤유를 이용한 내연기관 발전기를 년차적으로 설치하여 27개소의 유인도서를 24시간 송전체제화 하고 있다.

이와 같은 도서지역 전화사업에 있어서 현재 추진되고 있는 2단계 사업의 종결후, 1996년 이후에 추진 예정인 제3단계 50호 미만 도서지역 전화사업을 자세히 검토해 볼 필요가 있다. 즉 현재의 재연기관을 50호 미만 소규모 도서에도 그대로 적용할 경우 유류수송 및 발전소 유지관리에 최소한 3~4인의 관리인 고용이 필수적이며, 이에 따른 인건비가 상승되며, 아울러 발전단가도 내륙에 비하여 엄청나게 상승한다. 따라서 50호 미만의 소규모 도서의 경우에는 태양광 발전시스템을 이용한 무인화 시스템 또는 최소 유지관리 방식을 채택하는 것이 바람직하다고 여겨진다.

태양광 발전시스템을 도서지역 전원으로 적용하려는 노력은 1980년 KIST부설 태양에너지연구소에서 경기도 강화군 아차도에 4KWp급 PV 시스템을 설치하여 낮에 충전된 축전지의 전력을 야간에 직류 전원으로 직접 가정에 공급하여 전등, TV, 라디오 등의 직류부하에만 사용하도록 시도한 것이 태양전지를 이용한 도서용 전화사업의 효시라고 할 수 있다.

1988년에 이르러 현 한국에너지기술연구소에서 전남 여천군 하화도에 20KWp 태양광발전소를 설치하여 국내 최초로 직·교류 인버터를 이용한 220VAC 전원을 가정에 공급하여, 48세대의 도서주민에게 24시간 상용전력을 공급을 할 수 있었다. 그러나 상용전력 공급과 더불어 도서주민의 생활수준의 향상에 따른 전력수요의 증가로 보조전원인 디젤발전기의 가동시간이 차츰 증가하게 되었다. 따라서 '91년에 이르러 태양전지 용량을 5KWp를 증설하기에 이르렀다. 그리고 계속되는 전력수요의 증가를 감당하지 못하고 1995년에 이르러서는 태양전지의 용량을 '95년도 하화도 거주 34가구에 대하여 60KWp의 태양전지 설비용량의 확충을 꾀하기에 이르렀다.[1)]

이와 같이 증설된 하화도에 태양광발전시스템을 살펴보고,[3)] 덧부쳐 원격측정시스템을 설치하여 최소인력으로 운영되는 PV시스템의 신뢰성 확보와 효율향상의 지침으로 삼고저하였다. 아울러 국내 50호 미만 도서에 태양광발전시스템이 원활히 보급될 수 있도록 기술적인 신뢰성 확보, 시스템의 효율 향상, 경제성 확보에 최선을 다하여야 한다.

Ⅱ. 60KWp급 하화도 태양광발전시스템

2.1 하화도 PV 시스템 개요

하화도의 60KWp급 발전 설비는 서론에서 언급한 25KWp 설비의 미비점을 보완하기 위하여 〈표 1〉과 같은 재원과 〈그림 1〉과 같은 구성을 갖는 60KWp급으로 증설되었다.

그리고 운영면에서 주요 개선점을 살펴보면

〈표 1〉 하화도 60KWp급 증설 및 교체 설비 현황

구 분		기 준	증 설	비 고
태 양 전 지		25 KWp	35 KWp	60 KWp
주변기기	축 전 지	320 KWH	850 KWH	1170 KWH
	인 버 터	5KVA×3대	25KVA×3대	교 체
	절력조정기 및 정류기	25KVA×3KVA	60KVA×각1대	교 체
	발 전 기	30KW, 1대	75KW×2대	교 체
기 타		에레이 지지대 및 발전실 증, 개축 공사		

다음과 같다.

태양전지의 경우 증가되는 전력수요를 충족하기 위하여 기존의 25KWp에 35KWp를 증설하였으며, 인버터의 경우 3개 부하군에 각각 분리 운영하였던 것을 부하군을 한 개로 만들고 2대의 인버터를 부하용량에 따라서 병렬 운전토록 하였다.

축전지는 용량을 4배가량 증설시켜 충방전 주기시에 방전심도 변화폭을 축소시켜 축전지의 수명향상을 꾀하였으며, 비상용 디젤발전기는 공냉식에서 수냉식으로 변환시켜 연속운전이 가능한 형태로 2대를 설치하였다. 따라서 부조일이 장기간 지속되어도 디젤발전기를 계속적으로 운전할 수 있으므로 연축전지에 무리가 가지 않도록 설계하였으며, 아울러 디젤발전기의 용량이 큰 것을 설계함으로써 축전지의 균일성을 유지하기 위해 정기적으로 실시하는 균등충전시에 용이하도록 대용량 75kW급 보조발전기를 설치하였다.

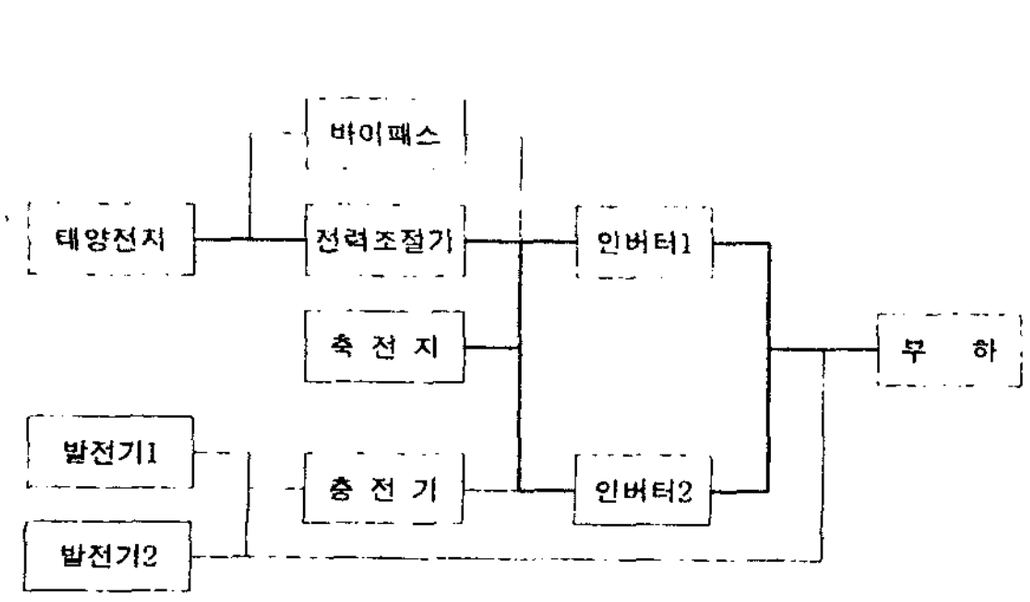

Fig 1. 하화도 60KWp급 시스템 구성도

2.2 시스템 운영상 특징

태양광시스템의 효율적인 운영을 위하여 운전 Mode를 세 가지로 분류하여, 일사량에 따라 또는 일부 기기 고장시 적절한 운영방식을 선택함에 따라 시스템 효율을 최고로 유지할 수 있게 설계하였다.

2.2.1 운전 Mode 1

운전 Mode 1은 태양광 전력발생시 정상적인 동작상태를 나타내며, 태양전지에서 발전된 전력을 태양전지 입력반에서 모아 전력 조절장치와 인버터를 통해 마을에 송전하며, 잉여전력은 전력조절기를 통해 축전지에 충전하여 일사량이 없는 야간 및 우천시에 사용하는 방식이다. 이 방식은 가장 일반적인 운영형태로서 축전지가 주기적인 충방전을 되풀이 한다.

2.2.2 운전 Mode 2

운전 Mode 2는 계속된 우천으로 인하여

태양전지에서 전력발생이 부족하여 축전지 상태가 극히 불량하거나 또는 전력조절기의 고장으로 인하여 정상적인 태양광발전 운용이 불가능할 경우에 해당하며, 이 경우는 비상발전기를 구동시켜 충전기 및 인버터를 통하여 마을에 송전하며, 잉여전력은 축전지에 충전하여 축전지 전위가 만충전되면 발전기를 정지하고 축전지 전압으로 마을에 송전하는 방식이다.

2.2.3 운전 Mode 3

운전 Mode 3은 인버터나 전력저장시스템인 축전지가 전기적인 충격으로 인하여 심각한 고장이나 축전지 비축 전력을 전혀 사용할 수 없는 경우로서 비상발전기를 이용하여 발전기 전력을 직접 마을에 송전하는 방식이다. 이 경우에는 비상발전기 두 대를 교대로 운전토록 하며, 이와 같은 상황에 대비하여 저유조는 충분한 디젤유를 비축토록 설계하였다.

Ⅲ. 하화도 원격측정시스템

3.1 개요

하화도 태양광발전소의 원격추정시스템 설치목적은 효율적인 운영체계를 구축하여, 원격감시를 통한 보수 유지를 최소화하고 동시에 운영실태를 파악하기 위한 각종 Data를 수집하여 시스템의 신뢰성을 높이는 데에 의의가 있다. 그리고 그 원격시스템의 특징은 첫째, 중앙에서 복수의 원격지 발전상태의 동시 점검이 가능하고 둘째, 중앙시스템에서 감시지점 및 감지시간 간격 조정이 가능하며, 셋째 전압, 전류 또는 기계적인 상태의 주기적인 점검이 가능하고, 넷째 운전·관리 및 보수·유지의 최소화를 꾀할 수 있어야 한다.

3.2 구성 및 기능

시스템의 구성은 중앙시스템과 원격시스템으로 구분되며 각각의 구성 및 특성을 살펴본다.

3.2.1 중앙시스템

중앙시스템의 경우 통신모뎀을 사용하여 원격지의 상태를 감지하여 이상 유무를 점검하고 Data를 처리한다. 그리고 그 특징으로는

- 종합 또는 선택적인 대상도서 감직 가능함.
- 대상도서의 발전량 및 부하상태 분석가능
- 시스템의 정상가동 여부에 따른 각종 경보장치와 경보조건 설정
- 입력된 Data를 이용한 각종 그래프 출력 가능
- 긴급 상황 발생시 자동경보시스템 작동

의 기능을 갖추어야 한다.

3.2.2 원격지 Data Logging System

각 단말기 컴퓨터 입력이 가능한 형태의 센서를 부착하고 Data를 입수하여 중앙시스템에 송신한다. 그리고 그 특징으로는

- 발전소의 운전상황 및 각종 Data 수집
- 통신 모뎀을 이용한 Data 전송
- 발전소 자체 모니터링 및 자가점검 가능
- 긴급상황 발생시 경보음 발신과 동시에 중앙시스템에 급송

의 기능을 갖추어야 한다.

3.3 시스템 구성도

원격 측정시스템의 구성은 〈표 2〉와 같은 각각의 장비가 필요하다.

3.4 원격측정 장치 사양

3.4.1 시스템 계통도

〈표 2〉 원격측정시스템 구성

구 분	기 능	장 비
중앙시스템	-다중 감시체제 -Data 분석 -Data 그래픽 -경보 출력	-컴퓨터시스템 -통신모뎀 장치 -프린터
원격 Data acquisition system	-Data 수집 -Data 전송 -발전소 자체 모니터링 - 경부 출력	-컴퓨터시스템 -통신모뎀 장치 -데이터 수집 단말기 -계측센서

하화도 원격측정시스템의 주요 통신 및 시스템 운영 매체의 구성은 〈그림 2〉와 같이 Intel Pentium CPU를 이용한 퍼스널 컴퓨터 센서들과 transducer로 구성, 신호변환 panel, 센서로부터 신호를 방아들이는 I/O unit(KEITHLEY사, series 500A), 시스템 전체에 안정된 전원을 공급하는 인버터시스템(1.5kVA)로 구성한다. 그리고 신호교신 형태는 범용 퍼스날컴퓨터로 내부에 설치되는 A/D 입력장치의 Interface 카드를 통하여 A/D Unit를 구동하여 목적된 측정을 수행한다. 이때 측정된 Data를 저장하며 필요시 모뎀을 구동하여 통신선로를 이용하여 원격지로 송신한다.

3.4.2 소프트웨어 구성

원격시스템의 기본적인 소프트웨어 구성은 다음의 다섯 가지로 구분될 수 있으며, 각 시스템 소프트웨어 운영형태는 Keithly사의 범용 소프트웨어인 LABTECH를 기본으로 Borland C++ 언어를 사용하여 〈그림 3〉과 같이 Window '95에서 이용할 수 있도록 프로그램하였다. 그리고 각 소프트웨어의 기본 구성은 다음의 다섯 가지로 구분된다.

- 신호 입력시스템(Signal Input System) : modified LABTECH
- 저장시스템(Data Storage System) : modified LABTECH

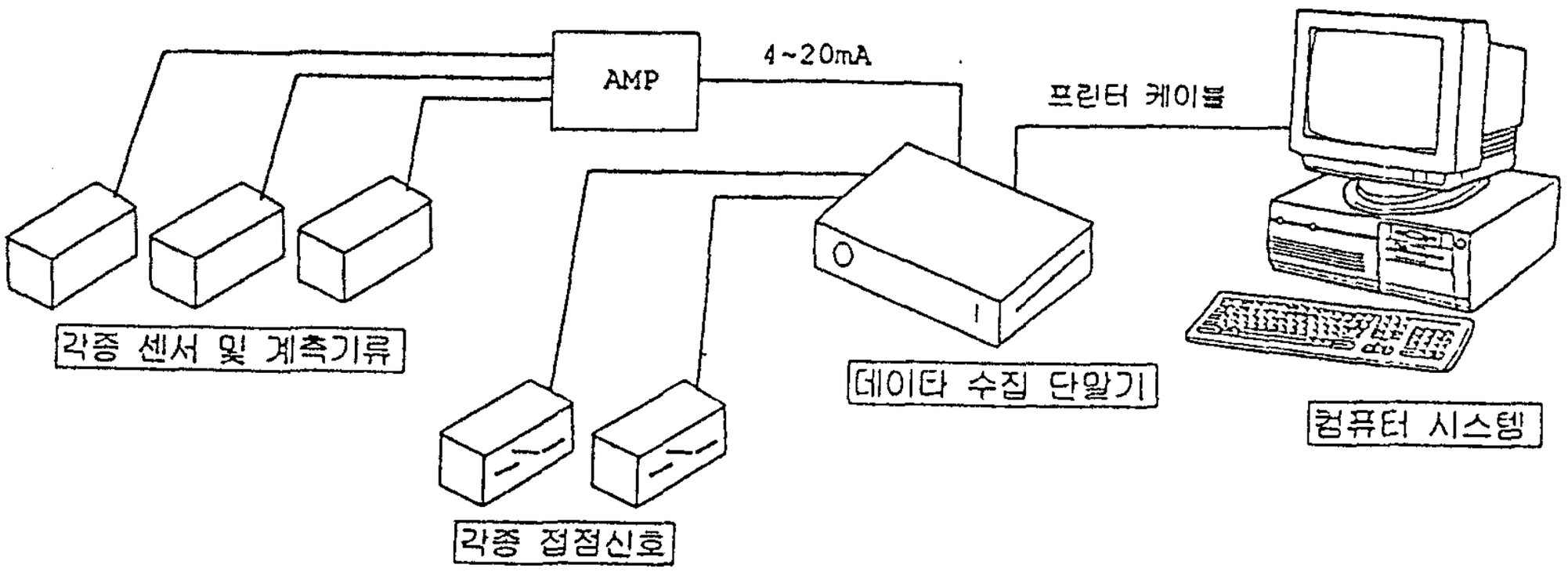

Fig 2. 원격지 DAS 시스템 구성도

- 송신시스템(Data Transfer System) : modified XModem
- 수신시스템(Data Receive System) : modified XModem
- 분석/활용시스템(Analysis System) : new program

3.4.3 주변기기 소프트웨어 도안

〈그림 1〉의 태양전지 어레이와 각 주변기기인 전력조정기, 인버터, 축전지, 발전기 등의 Data 입·출력을 위한 Window '95에서의 도안 형태는 〈그림 3〉과 같으며, 주변기기 윈도우 화상은 〈그림 4〉(태양전지 어레이), 〈그림 5〉(전력조정기), 〈그림 6〉(인버터), 〈그림 7〉(축전지), 〈그림 8〉(발전기), 〈그림 9〉(부하)와 같다.

Ⅳ. 결론

원격측정 또는 감시 시스템을 도서용 태양광발전시스템에 적용하는 것은 발전소 운영인력을 최소로 하여 경쟁력을 제고하려는 데에 주안점이 있다. 특히 50호 미만의 유인도서의 경우 상주인구가 100여명 내오의 작은 규모를 고려할 때에 내연기관을 설치하여 24시간 송전 체제를 구축하면, 운영요원이 최소한 3인

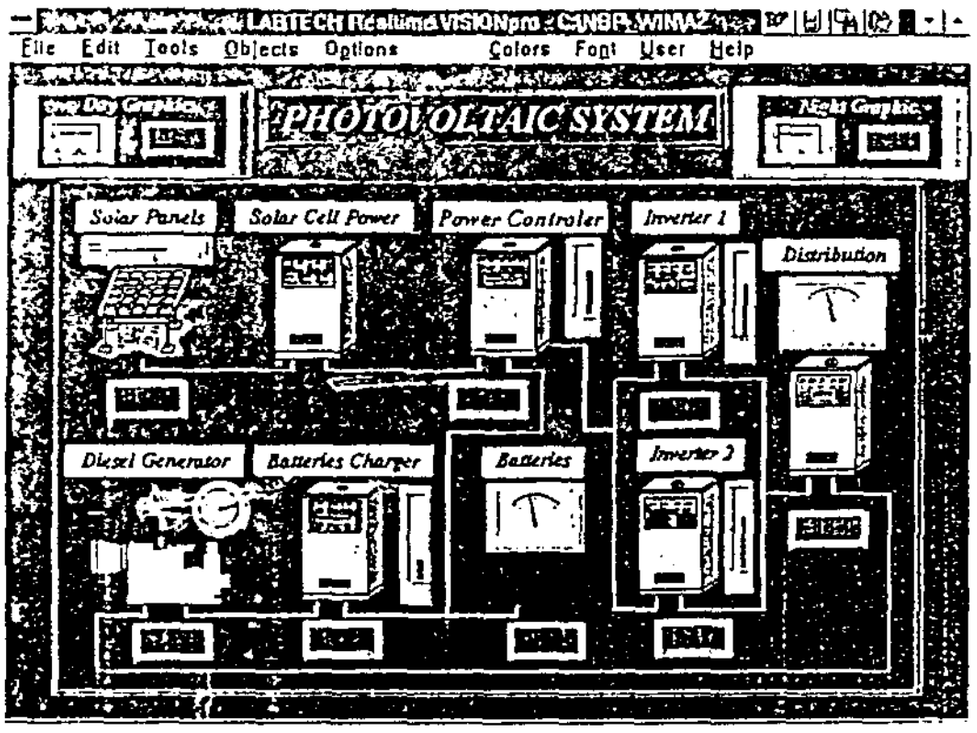

Fig 3. 전체 시스템 모니터 화상

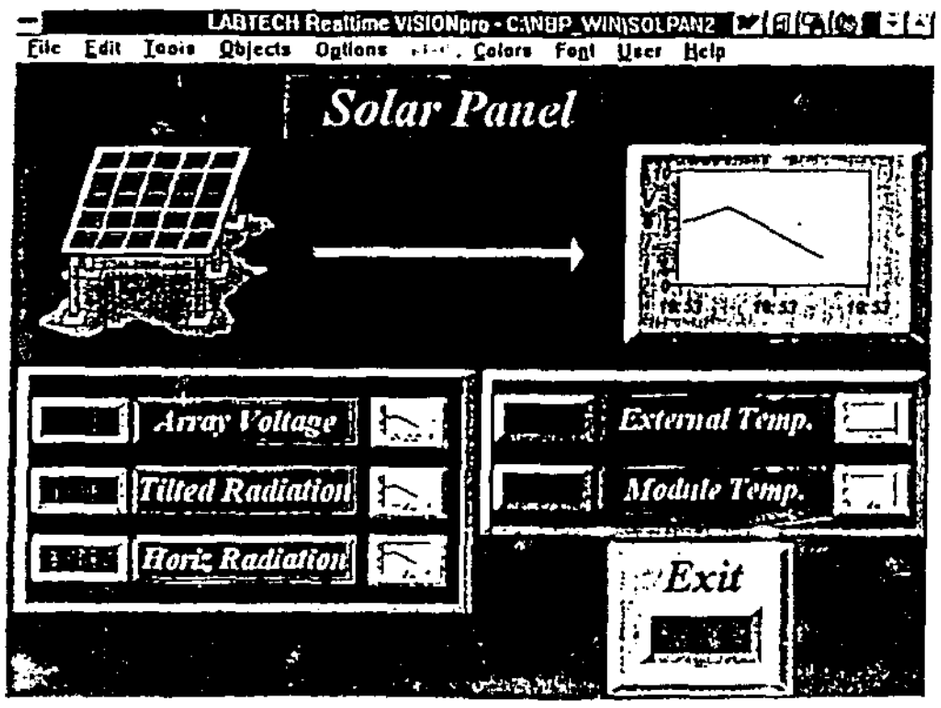

Fig 4. 태양전지 어레이 모니터 화상

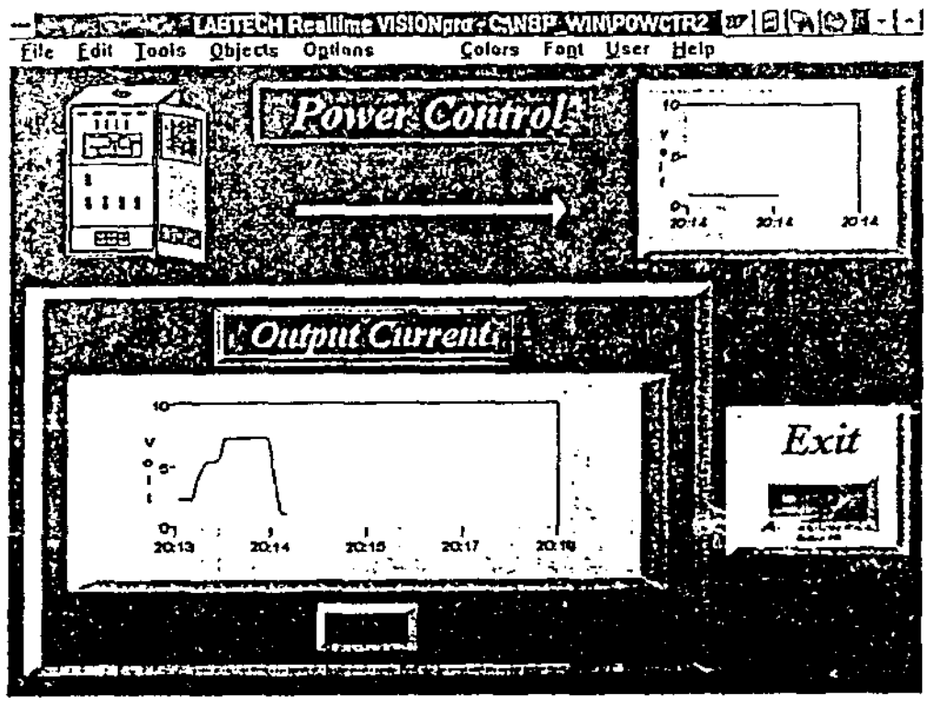

Fig 5. 전력조정기 모니터 화상

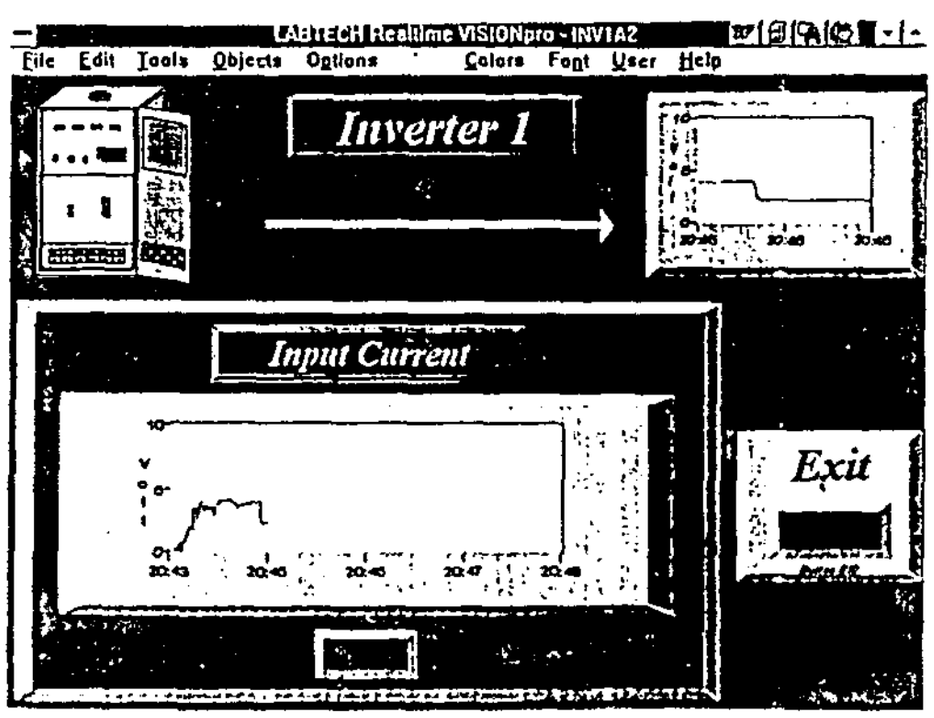

Fig 6. 인버터 1 모니터 화상

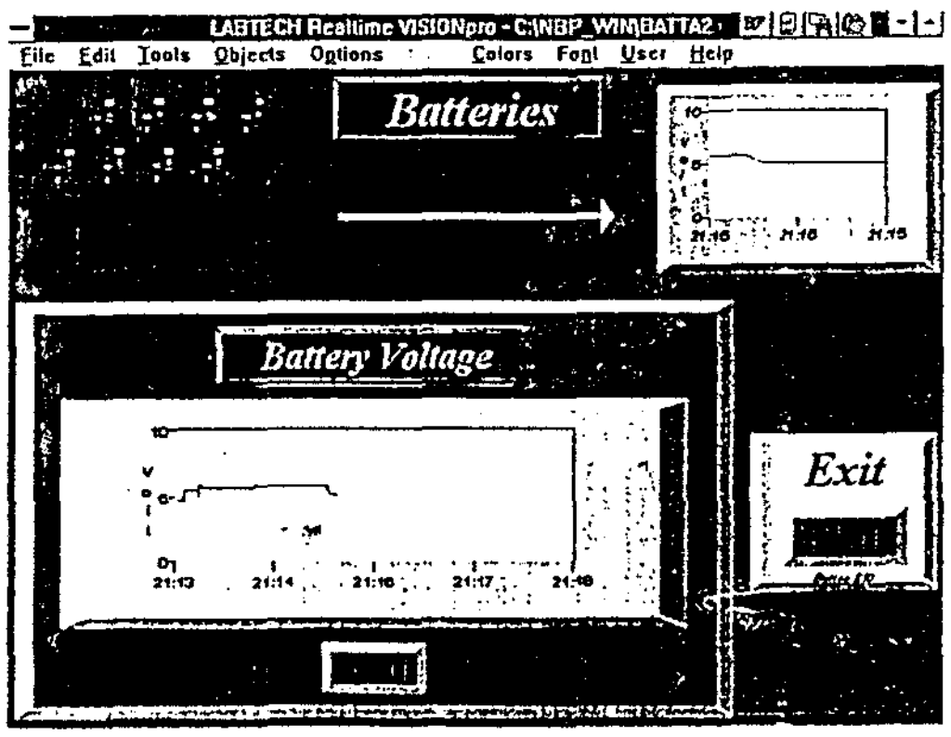

Fig 7. 축전지 모니터 화상

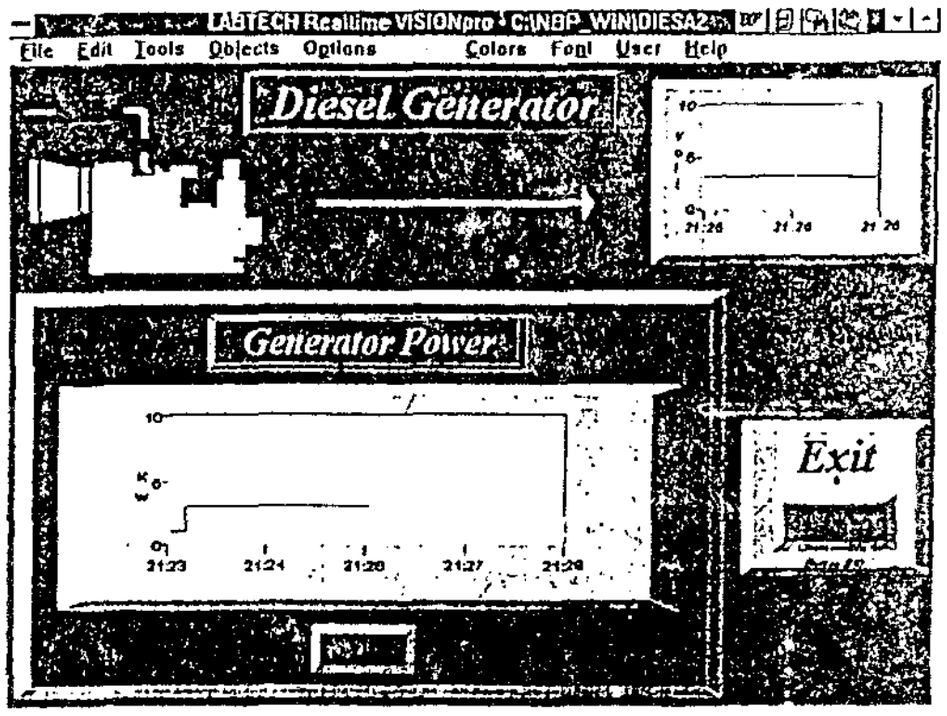

Fig 8. 디젤발전기 모니터 화상

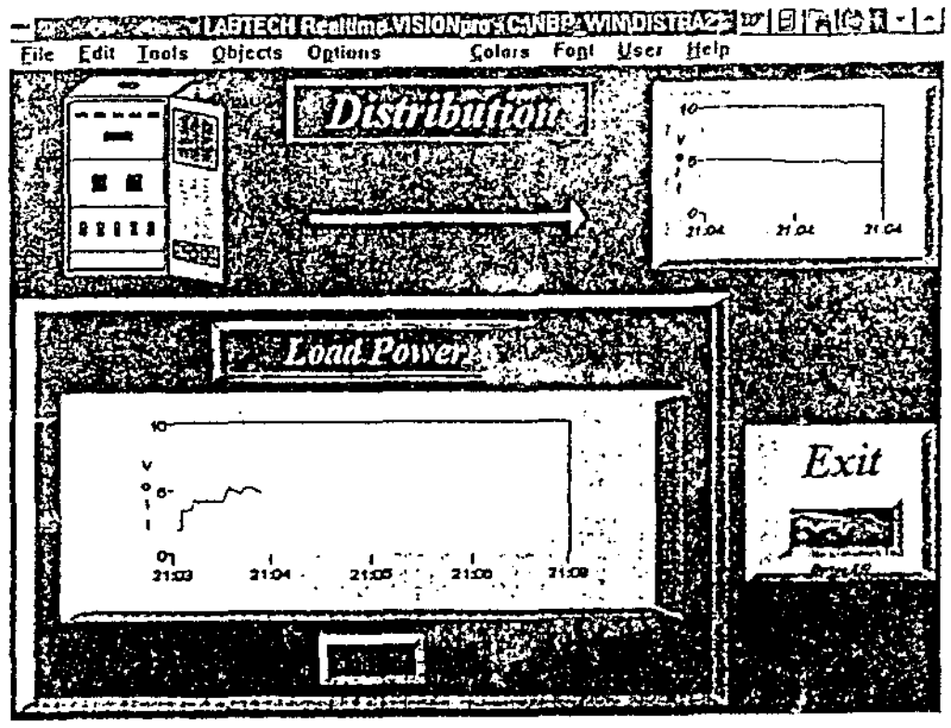

Fig 9. 배전반 모니터 화상

이상이 필요하게 된다. 이는 현재의 운영체제로는 소규모 도서에 내연기관이 설치될 수 없는 가장 큰 걸림돌이 되고 있다. 따라서 무인화 내지는 비상주 관리 인력으로 운영이 가능한 원격시스템을 이용한 태양광발전시스템만이 유일한 해답이 될 수 있다.

그리고 하화도의 경우 '95년도 농어촌 전화사업으로 '95년에 전남 여천군 하화도에 설치된 태양광발전소와 동사업으로 '96년 3월의 상화도에 설치된 내연기관과의 운영예산을 비교하면 〈표 3〉과 같다. 즉 내연기관의 운영비

〈표 3〉 상 · 화도 1996년 3월분 운영비 비교표

비목 \ 도서			상 화 도	하 화 도	원격시스템도입시
발전소 현황	설비 용량		내연 : 80kW×3	태양광 : 60kWp	
	운전 요원		4명	2명	
운영비 현황	세출	인건비	6,023 (81.0)	3,119 (95.9)	1/2
		유류비	1,193 (16.0)	11 (0.3)	–
		관리비	222 (3.0)	122 (3.8)	1/2
		소 계	7,438 (100)	3,252 (100)	
	세입(전기료)		206	190	
	결손 운영비 (세출－세입)		7,232 (100)	3,062 (42)	(20)

를 100%로 가정하면 태양광발전소의 운영비는 42% 선이고 원격시스템을 활용할 경우에는 운영비를 20% 이내로 줄일 수 있다.

참고문헌

1. 한국에너지기술연구소 : 하화도 태양광발전소 건설지원사업, 1995. 12
2. 한국전력연구원 : 낙도 태양광발전시스템 표준화연구(1, 2, 3), 1989~'91
3. 한국에너지기술연구소 : 독립형 PV 시스템 이용기술 합리화방안(Ⅰ), (Ⅱ), 1994. 12, 1995. 12
4. 한국전력연구원 : 유인도서용 태양광발전 보급을 위한 시스템 평가 및 최적화 연구 (Ⅰ), 1996, 6

Study on Remote Monitoring System for manned island electrification in Korea

Man-geun Lee, Myung-woong Jung, Bu-ho Kim

Korea Institute of Energy Research

ABSTRACT

Korean goverment is promoting "the Rural Electrification Project" to replace the diesel generators with PV power supply. The PV-diesel hybrid system are proven more cost effective than that of the existing, especially in the case of small islands (less than 70 households).

In this paper, we intend to introduce the Hahwado island PV system assisted with diesel generator and remote monitoring systems as observator. The purpose of this observator is to have minimum maintenance, to improve economical effciency and system reliability by checking the system periodically at certain time interval, and to make diagnosis of its operating situations. The remote monitoring system was designed to communicate between the central and local site through exclusive telephone line on real-time base, using Window '95 version.