

# 태양-풍력 복합발전 시스템의 개발 및 현황

李 春 植

(韓國科學技術院 機械工學部 學部長)

■ 차

례 ■

- 1. 서 론
- 2. 도서·벽지 전화 현황
- 3. 태양 및 풍력발전시스템의 개발 현황
- 4. 태양-풍력 복합발전시스템

- 5. 제주도 태양-풍력 복합발전시스템의 구성
- 6. 결 론
- 참고문헌

## 1 서 론

현재 우리나라의 발전 구조는 석유 및 석탄을 이용한 화력발전이 주를 이루고 있으며 이러한 화석에너지원은 공급의 한계성과 가격의 상승으로 대체에너지의 개발이 시급한 상황이라 하겠다.

유류의 대체에너지로써 개발 가능한 부존에너지 중에는 조력, 지열, 소수력, 태양 및 풍력에너지 등이 있으나, 이들 중 조력, 지열, 소수력은 천연적 조건인 지리적 여건이 구비되어야 하는 것으로 특수한 지역을 제외하고는 우리나라 대부분의 지역은 이러한 여건을 구비하지 못하고 있다. 그러나 한반도는 다풍지역에 속하기 때문에 풍력의 이용이 유리한 곳이라 하겠다. 특히 태양에너지 시스템과 함께 사용하면 에너지 이용의 신뢰도를 높일 수 있는 장점을 가지게 된다.

또한 우리나라 연안에 산재해있는 많은 섬들 중 육지에 가까운 섬을 제외하고는 거의 기존 전력망을 이용하지 못하고 있는 실정이며 디젤엔진 발전에 의존하는 섬들은 많은 경비를 부담해야 하는 실정이다. 이와같이 기존 전력망을 통한 낙도 전화사업은 많은 시설비를 필요로 하게되며 이 또한 일부 도서로 제한 된다.

결국 이들 지역에 대한 전화사업은 대체에너지로서 태양 및 풍력에너지를 이용하는 것이 바람직하다 하

겠다.

## 2 도서·벽지 전화 현황

우리나라 벽지 및 도서 전화사업 현황을 보면 1965년부터 농어촌 전화 촉진법에 의해 1979년까지 총 275만호가 계통 전화 되었으나 아직까지도 미전화 주택수는 약 4만 호 가까이 되며 이들 중 도서 지역은 약 2만 3천호이다 (표2-1). 즉 우리나라 연안의 많은 섬들은 계통 전화가 어려운 실정이고 일부 자가발전에 의존하는 섬의 주민들은 많은 재정적인 부담을 안고있다.

또한 표 2-2에서 보듯이 시스템의 시설은 섬의 재정 상태나 부락 수준에 따라 다르며 운영 관리상의 문제로 전력 요금 또한 많은 차이를 가지고 있다. 또 앞으로 연료가의 상승에 따라 현재의 350~600원/KWh의 전력 요금의 상승이 불가피 하다고 하겠다.

표 2-1. 내륙·벽지 및 도서지역 계통 미전화 현황  
< 1983년 현재 >

| 구 분   | 도 서 수 | 주 택 수  |
|-------|-------|--------|
| 내륙·벽지 | —     | 15,100 |
| 도 서   | 자가발전  | 21,600 |
|       | 미전화   | 1,266  |

표 2-2. 낙도지역 디젤엔진 발전 현황

< 1981. 5. 현재 >

| 행정구역          | 전화가구 수 (호) | 시스템규모 (kVA) | 사용시간 (시간) | 시설 투자비 (천원) |         |         | 월운영비(천원) |        | 전력요금 (원 / kWh) |
|---------------|------------|-------------|-----------|-------------|---------|---------|----------|--------|----------------|
|               |            |             |           | 공공자금        | 주민부담    | 계       | 연료비      | 운전 보수비 |                |
| 전북 부안군 위도     | 622        | 300         | 6—7       | 169,000     | 22,878  | 192,478 | 1,580    | 1,056  | 400            |
| 옥구군 신시도       | 83         | 30          | 4—5       | 4,473       | 1,250   | 3,223   | 159      | 174    | 354            |
| " 선유도         | 37         | 10          | 4—5       | 1,300       |         | 1,300   | 92       | 91     | 450            |
| " 무녀도         | 92         | 22          | 4—5       | 2,500       |         | 2,500   | 146      | 137    | 350            |
| 전남 완도군 청산도    | 1,929      | 700         | 6—10      | 360,000     | 290,000 | 650,000 | 6,760    | 1,436  | 350            |
| 신안군 흑산도 (죽항리) | 40         | 5           | 4—5       |             | 1,000   | 1,000   | 100      | 50     | 600            |
| 신안군 흑산도 (예리)  | 360        | 100         | 5—7       | 5,500       |         | 5,500   | 1,836    | 650    | 570            |

③ 태양 및 풍력발전시스템의 개발 현황

3.1 태양광발전시스템

현재 세계에는 약 20,000의 소규모 태양광 발전 시스템이 생활용으로 쓰이고 있으며 이 가운데 약 7,000은 스페인에 있다. 그러나 대규모 시스템의 대부분은 미국에 있으며 1981년 현재 10개소, 합계 800 kW의 광발전 시스템이 완성될 예정이다. 또 사우디아라비아에는 세계 최대 규모인 360 kW의 집광형 시스템이 운전 되고 있다.

국내에서는 1978년 태양에너지 연구소 (현재 한국동력자원연구소에 흡수)가 세워지면서 본격적으로 연구가 시작되었다. 동력자원연구소는 1979년

1 kW 급 주택용 시스템을 시작으로 1980년 강화군 아차도에 4 kW 급 시스템을 도서 부락 전화용으로 설치 하였으며 1981년에 실험용으로 동력자원연구소 구내에 2.4 kW 급 시스템을 설치 시험 중에 있다.

이외에 해운항만청, 통신공사, 국방부, 내무부 등에서 도서 통신, 무선중계소 용으로 사용하고 있으며 그 이용 현황은 표 3-1과 같다.

3.2 태양열발전시스템

태양열발전시스템은 주로 타워 - 집광형과 포물면경을 배치한 분산 시스템이 있다.

이태리의 시실리섬에서는 1981년 4월부터 EEC의 1 Mw의 Eurelios가 가동을 개시하여 전력망에 송전을 하고 있다.

표 3-1. 국내 태양광 발전시스템 이용 현황

| 구분        | 설치용량         | 설치기수 | 용도                 | 비고       |
|-----------|--------------|------|--------------------|----------|
| 해운항만청     | 10 - 37 W    | 260  | 무인등대용전원            |          |
| 한국전기통신공사  | 30 - 120 W   | 131  | 도서 체신행정 전화 전원용     |          |
| 산업기지개발공사  | 5.4 - 36 W   | 32   | 원격조정 수위·우량측정용 전원   |          |
| 동력자원연구소   | 1 - 4 kW     | 3    | 도서부락 및 연구용 전원      | 강화, 아차도  |
| 내무부       | 100 - 1500 W | 8    | 도서행정전화 및 무전기 전원    |          |
| 건설부재해대책본부 | 10 W         | 46   | 우량, 수량측정 및 무전기용 전원 | 한강홍수 통제소 |
| 국방부 (군용)  | 210 - 1530 W | 2    | 군용                 |          |
| " (서울)    | 3 kW         | 1    | 비상통신, 전원용          | 특수지역     |
| 한국전력      | 33 W         | 1    | 시험연구용              | 한전중앙연구소  |
| 한국방송공사    | 70 W         | 1    | 무선중계소용 전원          |          |
| 한국과학기술원   | 2.4 kW       | 1    | 복합발전의 단위시스템, 시험용   | 제주도, 월명  |
| 계         |              | 486  |                    |          |

1982년에는 스페인에 1MW, 프랑스에서 2MW의 플랜트가 완성되었다.

국내에서는 1979년부터 한국전력의 후원으로 과학기술연구소 (현 한국과학기술원) 기계공학부에서 태양열 - 풍력 복합발전시스템의 개발에 관한 연구의 단위시스템으로 미국의 OMNIUM-G의 10kW급 포물면경에 의한 태양열발전시스템을 도입 하여 설치 하였으나 태양열발전시스템의 집광효율은 태양의 수직일사량에 크게 영향을 받는 반면 국내의 기상은 산란광이 많기 때문에 태양열발전시스템은 국내 기상여건에 맞지 않음이 판명되었다.

### 3.3 풍력발전시스템

B. C 200년경 페르시아에서 부터 시작된 풍차는 주로 양수, 점미소 등에 사용되어오다 2차대전 후 공기역학의 발달과 에너지위기로 인한 대체에너지 개발의 요구에 의해 활발히 연구가 진행되기 시작하였다.

근대의 풍력발전에 대한 연구는 미국, 유럽 등지에서 활발히 이루어지고 있다.

현재 미국에서의 풍력에너지 개발 프로그램은 DOE의 후원 아래 여러 민간업체가 협력하여 이루어지고 있으며 풍력을 상용화하는데 매우 성공적이라 할 수 있다. 현재로는 더 이상의 단위 시스템 개발

보다는 MOD-2와 같은 기존 풍력발전시스템을 이용하여 거대한 Wind Farm을 건설, 계통선과 연결하는 것을 계획하고 있다. Canada에서는 주로 수직형 Darrieus 풍차의 개발에 관심을 보여 현재

200kW급 대형 풍차를 시험하고 있다. 이외에 유럽의 서독, 덴마크, 스웨덴, 영국 등지에서는 최근 MW급 풍력발전시스템 개발에 투자하고 있으며 일본도 100kW급 풍력발전시스템 개발을 위한 프로젝트를 수행 중에 있다. 각국의 풍력에너지 개발 현황은 표 3-2 ~ 표 3-4와 같다.

국내에서는 1972년 한국과학원 (현 한국과학기술원) 이정오 교수에 의해 개발이 시작되었으며 당시의 시스템은 2kW급으로 자체 설계·제작하여 경기도 화성군 어도에 설치·시험 하였다. 1977년에는 3.5kW급의 풍력발전시스템을 설계, 제작, 설치 하였다. 그외에 과학기술연구소 (현 한국과학기술원)는 2kW급 외산 풍차와 자체 제작한 풍차의 성능 비교 시험을 제주도에서 실시하였다.

그후 한국과학기술원 기계공학부는 5kW급 풍력발전시스템을 국산화하는데 성공하여 현재 제주도 신촌에서 가동 중에 있다. 그외에 대한항공, 제주도 등에서 소형 풍력발전시스템을 이용하고 있다. 국내 풍력발전시스템 개발 및 이용 현황은 표 3-5/6과 같다.

표 3-2. 미국·Canada와 일본의 대형 풍력 발전기 개발현황

| 풍 차 명 칭                    | 건설연도 | 설치장소                              | 정격출력 (kW) | 정격풍속 (m/s) | 날개직경 (m) | Hab높이 (m) | 날개수 (개) | 형 식          | 현 황            |
|----------------------------|------|-----------------------------------|-----------|------------|----------|-----------|---------|--------------|----------------|
| SMITH - PUTNAM             | 1941 | Grandpa's Knob, Vt                | 1250      | 14         | 53       | 36        | 2       | 수 평 하류형      | 1945년 Blade 파손 |
| DOE / NASA MOD - 0         | 1976 | Plum Brook, Oh                    | 100       | 8          | 38       | 30        | 2       | 수 평 하류형      | 가 동 중          |
| DOE / NASA MOD - 1         | 1979 | Boone, NC                         | 2000      | 11         | 58       | 42        | 2       | 수 평 하류형      | 가 동 중          |
| DOE / NASA MOD - 2         | 1980 | Golendale, Wash                   | 2500      | 12         | 91       | 61        | 2       | 수 평 하류형      | 가 동 중          |
| JAPAN                      | 1982 | Miyake Island                     | 100       | 10         | 29.4     | 28        | 2       | 수 평 하류형      | 가 동 중          |
| Edison's Bendix - Schachle | 1981 | Plam Spring's Southern California | 3000      | 18         | 10       | 61        | 3       | 수평축          | 가 동 중          |
| Alcoa Darrieus             | 1981 | Plam Springs S. C.                | 500       | 16         | 25φ      | 37 (날개높이) | 3       | 수 직 Darrieus | 고 장 수 리 중      |
| NRC / IREO DAF Darrieus    | 1977 | Magdalem Island                   | 200       | 13.5       | 24φ      | 37 (날개높이) | 2       | 수 직 Darrieus | 가 동 중          |

표 3-3. 서독의 풍력발전개발 현황

| 명 칭       | Growian 1 | Growian 2 | Voith WEC-11 | Voith WEC-38 | Voith WEC-52 | Voith WEC-300 |
|-----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 정격출력(kW)  | 3000      | 5000      | 10           | 145          | 285          | 316           |
| 정격풍속(m/s) | 12        | 12        | 8            | 8            | 8            | 8.5           |
| 날개직경(m)   | 100       | 148       | 11           | 38           | 52           | 52            |
| 날개수(개)    | 2         | 1         | 2            | 2            | 2            | 2             |
| 탑높이(m)    | 100       | -         | 11           | 24           | 30           | 30            |
| 현 황       | 시 험 중     |           | 상 용 개 발 품    |              |              |               |

표 3-4. 덴마크의 풍력 개발 현황

| 풍 차 명     | Gedser                 | Tvind         | Nibe A   | Nibe B                                    |
|-----------|------------------------|---------------|--|---|
| 건설년도      | 1956                   | 1977          | 1979. 9월                                       | 1980. 3월                                  |
| 장 소       | Baltic 해안              | Tvind College | Nibe Bredning 해안                               | Nibe Bredning 해안                          |
| 정격출력(kW)  | 200                    | 2000          | 630  | 630                                       |
| 날개직경(m)   | 24                     | 54            | 40   | 40  |
| Hub 높이(m) | 24                     | 53            | 45   | 45  |
| 정격풍속(m/s) | 15                     | 14.8          | 13   | 13  |
| 날개수(개)    | 3                      | 3             | 3  | 3   |
| 형 식       | 수 평 상 류 형<br>성능측정을 위해  | 수 평 하 류 형     | 수 평 상 류 형                                      | 수 평 상 류 형                                 |
| 현 황       | 1977년 다시가동<br>1979년 중단 | 가 동 중         | 가 동 중  | 가 동 중                                     |
| 특 징       |                        |               | 4 Discrete<br>Pitch Angles<br>Stall Regulation | Full Pitch<br>Control Power<br>Regulation |

표 3-5. KAIST 개발풍차 현황

| 풍 차 명 칭   | KAIS/2kW      | KIST/2kW                | KIST/2kW<br>K-1, K-2 | K-3<br>(Quark's 2kW) | KAIS/3.5kW    |
|-----------|---------------|-------------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| 설치년도      | 1975          | 1976                    | 1977                 | 1977                 | 1977          |
| 설치장소      | 경기도화성군<br>어도리 | 제주도금악단지(2)<br>KIST농장(2) | 제주도<br>KIST농장        | 제주도<br>KIST농장        | 경기도화성군<br>어도리 |
| 정격출력(kW)  | 2.2(최대연속출력)   | 2                       | 2                    | 2                    | 3.5           |
| 정격풍속(m/s) | 12            | 12                      | 12                   | 12                   | 12            |
| 날개직경(m)   | 4             | 4                       | 4                    | 4                    | 4.5           |
| 탑높이(m)    | 11            | 6                       | 6                    | 6                    | 10            |
| 날개수(개)    | 3             | 3                       | 3                    | 3                    | 3             |
| 형 식       | 수 평 상 류       | 수 평 상 류                 | 수 평 상 류              | 수 평 상 류              | 수 평 상 류       |
| 현 황       | 철 수           | 철 수                     | 철 수                  | 철 수                  | 철 수           |
| 제 작 자     | KAIS          | KIST                    | KIST                 | 호주의<br>Quark's       | KAIS          |

표 3-5. KAIST 개발풍차 현황

| 풍차명칭       | 축도 5kW<br>(WVG 50 G) | 개야도 10 kW<br>(Aeroman11/11) | 제주도 5 kW(1)<br>(WVG 50 G) | 제주도 5 kW (2) | 제주도 14 kVA<br>AEROMAN11/14 |
|------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------|----------------------------|
| 설치년도       | 1979                 | 1980                        | 1982                      | 1982         | 1984                       |
| 설치장소       | 전라북도 옥구군<br>축도       | 전라북도 옥구군<br>개야도             | 제주도 신촌                    | 제주도 신촌       | 제주도 월령                     |
| 정격출력 (kW)  | 5                    | 11                          | 5                         | 5            | 14                         |
| 정격풍속 (m/s) | 12                   | 8.3                         | 12                        | 12           | 10.1                       |
| 날개직경 (m)   | 5                    | 11                          | 5                         | 5            | 11.6                       |
| 탑 높이 (m)   | 10.5                 | 10                          | 12.5                      | 12.5         | 10                         |
| 날개 수 (개)   | 3                    | 2                           | 3                         | 3            | 2                          |
| 형식         | 수평상류                 | 수평 Fan Tail                 | 수평상류                      | 수평상류         | 수평 Fan Tail                |
| 현황         | 정상가동중                | 제주도 월령으로<br>이전설치, 정상가동      | 정상가동중                     | 정상가동중        | 정상가동중                      |
| 제작자        | Swiss의 Elektro GmbH  | 독일의 MAN                     | Swiss의 Elektro GmbH       | KAIST        | 독일의 MAN                    |

표 3-6. 대한항공의 풍차개발 현황

| 풍차명칭      | Realite 6kW | Quark's 2kW | 대한항공1.2kW | 대한항공3.7kW | 대한항공600W           |
|-----------|-------------|-------------|-----------|-----------|--------------------|
| 설치년도      | 1975        | 1976, 1980  | 1981      | 1982      | 미정                 |
| 설치장소      | 제주도 제동 목장   | 제주도 제동 목장   | 경상남도 김해   | 경상남도 김해   | 미정                 |
| 정격출력(kW)  | 6           | 3(실제 2)     | 1.2       | 3.7       | 0.6                |
| 정격풍속(m/s) | 8           | 12          | 10        | 10        | 10                 |
| 날개직경 (m)  | 5           | 4           | 4         | 5.3       | 4φ                 |
| 날개 수 (개)  | 3           | 3           | 3         | 3         | 3                  |
| 탑 높이 (m)  | -           | -           | 4.5       | 10        | 4.5                |
| 형식        | 수평상류        | 수평상류        | 수평상류      | 수평상류      | 수직 Straight-blade  |
| 제작자       | 서독 Realite  | 호주 Quark's  | KAL       | KAL       | KAL                |
| 현황        | 가동중         | 가동중         | 가동중       | 가동중       | 축소 Model에 대한 풍동실험중 |

#### 4 태양-풍력 복합발전시스템

##### 4.1 복합발전시스템의 개념

복합발전시스템이란 기본적으로 두 종류의 발전시스템 즉, 태양광발전시스템과 풍력발전시스템으로 구성된 시스템을 말한다. 이렇게 복합발전시스템을 구성한 것은 보다 효율적으로 자연에너지를 이용하려는 생각에서 비롯된다. 즉 태양광발전시스템은 낮 동안에만 발전이 가능하며 풍력발전시스템은 하루 24시간 계속 가동이 가능하나 출력의 변화가 심하므로 이들 발전시스템을 상호 보완하면 에너지 이용의 신뢰도를 높일 수 있다. 또한 그림 4-1에서와 같이 계절적으로 보면 겨울은 바람이 많고 일사량이

적은 반면, 여름은 바람이 적고 일사량이 많기 때문에 계절적인 보완도 가능하게 된다. 그림 4-2는 그림 4-1의 기상조건일때 풍력발전시스템( $P_N = 14$  kVA)과 태양광발전시스템( $P_N = 2.4$  kW)으로 부터의 예상 출력이다. 그림에서 보듯이 태양광발전시스템의 용량을 증가시킨다면 두 시스템의 상호 보완성이 증가될 수 있음을 알 수 있다.

##### 4.2 태양-풍력 복합발전시스템 개발 및 현황

실제로 자연 에너지에 의한 복합발전시스템의 출력은 두 단위시스템 출력의 산술적인 합과는 다르다. 복합시스템 전체가 자연으로부터 받아들인 에너지를 최대로 이용하거나 저장장치에 저장하기 위해서는 시스템내의 에너지 흐름을 조절할 수 있는 제어장치

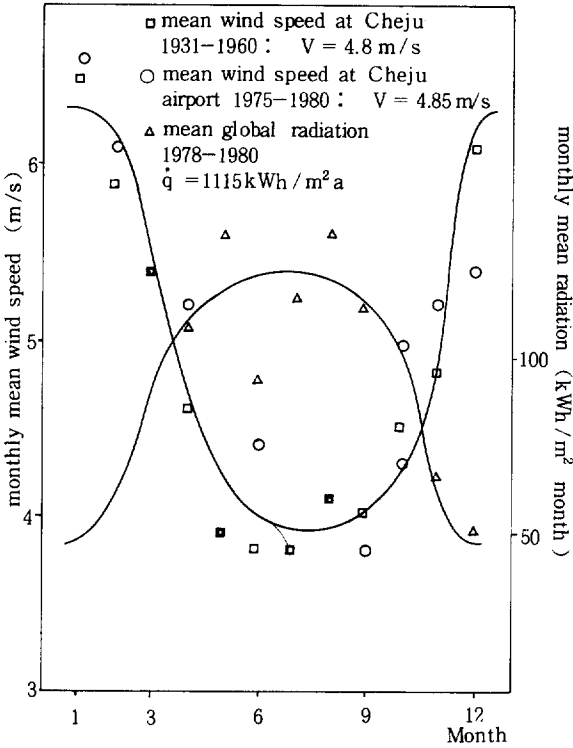


그림 4-1. 제주지역의 풍속 및 일사량

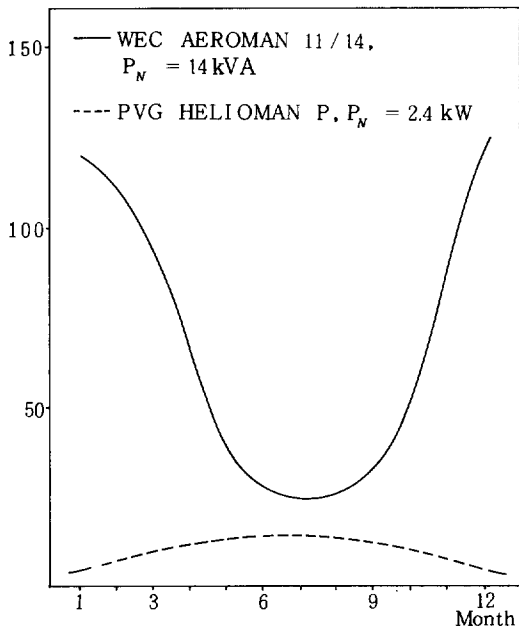


그림 4-2. 태양-풍력 복합발전의 예상출력(제주설치시)

가 필요하다.

이러한 어려움 때문에 복합발전시스템은 세계적으로 미개척 분야이다. 국내에서는 1979년 부터 한국과학기술원에 의해 시작되었다.

#### 4.2.1 태양열-풍력 복합발전시스템(개야도, 1979~1982)

이 시스템은 한국과학기술원이 1979년부터 1982년까지 전라북도 개야도에 설치하여 시험한 국내 최초의 태양열-풍력 복합발전시스템이다.

당시의 시스템 구성은 그림 4-4와 같으며 그림 4-3은 시스템 전경이다.

당시의 시스템 중에서 풍력발전시스템은 풍속의 변화에 따라 회전수가 변하기 때문에 일정한 출력 주파수를 유지할 수 없었다. 풍차의 출력은 정류기에 의해 직류로 변환되어 축전지에 저장되거나 인버터에 의해 송전되었다.

태양열 시스템의 경우에는 집열장치, 증기엔진, 발전기, 정류기, 축전지와 인버터등의 여러 에너지 변환장치를 거치기 때문에 복합시스템 전체 효율을 저하시키는 요인이 되었다.

이와 같은 시스템을 운전하게된 주원인은 복합시스템의 출력과 부하를 항상 같은 수준에 맞추어주는 부하 자동조절장치가 없었기 때문이다.

그러나 이 시스템에 관한 연구는 결과적으로 보다 효율을 향상시킨 제주도 태양-풍력 복합발전시스템을 설계하는데 중요한 자료를 제공하여 주었다.

#### 4.2.2 태양-풍력 복합발전시스템(제주도, 1982~현재)

제주도 태양-풍력 복합발전시스템에 관한 연구는 1982년 부터 본격적으로 시작되었다. 이 시스템은 제주도 북군 월령리에 설치되어 현재 시험가동중에 있다.

이 시스템은 개야도 시스템에서 발생했던 문제점들을 보완한 것으로 풍력발전시스템의 경우 전기유압 제어장치를 추가함으로써 풍차의 출력을 항상 60Hz로 유지시켜 수용가에 직접 송전할 수 있도록 하였다. 또한 에너지 변환과정이 많아 효율이 떨어졌던 태양열발전 대신으로 태양추적식 태양광발전시스템을 도입하여 태양시스템의 효율을 향상 시켰다.

복합시스템 운전의 최적화를 위해서는 부하 자동조절장치에 의해 복합시스템 발전 출력과 부하를 항상 같은 수준에 맞도록하여 시스템 효율의 향상을 꾀하였다.

이 시스템은 현재 정상가동 중이며 시스템 성능해석을 위하여 장시간의 실험측정이 필요하다고 하겠다.



그림 4-3. 개야도 태양열-풍력 복합발전시스템 전경

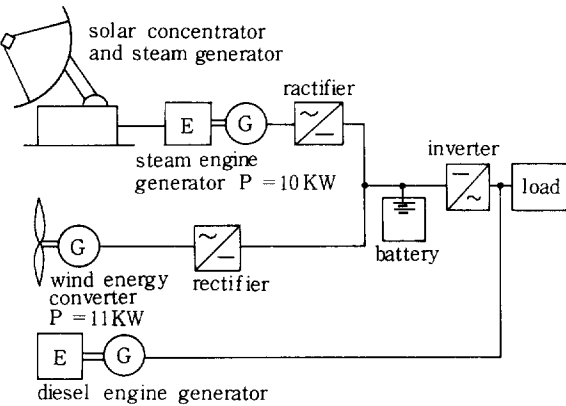


그림 4-4. 개야도 태양열-풍력 복합발전시스템의 구성



그림 4-5. 제주도 태양-풍력 복합발전시스템 전경

### 5 제주도 태양-풍력 복합발전시스템의 구성

현재 한국과학기술원 기계공학부에서 제주도에 설치 시험운전 중인 태양-풍력 복합발전 시스템의 구성을 보면 그림 5-1과 같으며 시스템 내의 에너지 흐름은 그림 5-2와 같다.

#### 1. 풍력발전시스템

풍력발전시스템은 전기유압제어장치에 의해 ROTOR의 회전수가 일정하게 유지되어 시동풍속 이상에서의 발전기출력은 220V/127V 3상 60Hz로 유지되며 정격풍속 10.1m/S 이상에서는 발전기출력이 14kVA이다. 그러므로 종래의 풍력발전시스템과는 다르게 풍력발전 시스템으로 부터 직접 수용가에서 송전할 수 있다. 풍력발전시스템의 제원은 표 5-1과 같다.

#### 2. 태양광발전시스템

태양광발전시스템은 2축 태양추적식으로 태양에너지를 최대로 이용할 수 있도록 태양추적 시스템이 장치되어 있다. 발전용 Solar Module은 128개로 정격 출력이 2.4kW이고 태양추적 Motor의 구동용 전원 공급을 위해 8개, 측정용으로 2개의 Module이 장치되어 있다.

태양광발전시스템으로 부터의 출력은 직류이기 때문에 직접 수용가에 공급하는데 문제가 있어서 축전지에 저장하도록 되어있으며 DC-BUS에서 인버터와 연결되어 교류로 변환하여 수용가에 송전할 수 있도록 되어있다. 태양광 발전시스템의 제원은 표 5-2와 같다.

#### 3. 부하 자동 조절장치

부하 자동 조절장치는 복합시스템 운전의 최적화를 위하여 없어서는 안될 장치이다. 두개의 단위 시스템으로 부터의 출력을 보다 효율적으로 이용할 수 있도록 시스템 내의 에너지 흐름을 제어하는 장치이다.

부하 자동 조절장치의 출력측에는 8개의 부하가 연결될 수 있도록 되어있고 이들은 임의로 설정된 순위를 가지게 된다. 풍속이 정격풍속인 10.1m/s 이상에서는 LOAD A에서부터 LOAD H까지 모두 풍력발전시스템의 출력으로 부터 전력을 공급받게 된다. 풍속이 정격풍속 이하에서는 부하 자동 조절장치가 우선 순위가 낮은 부하부터 풍차의 출력과 연결을 끊고 인버터의 출력이나 계통선과 연결 시킴으로써 풍차의 출력과 부하의 크기를 같은 수준에 맞추어 준다. 이렇게 함으로써 풍차는 정격풍속이하에서

도 정격 주파수 60 Hz 를 유지하게 된다. LOAD A ~C 는 풍차의 출력과 연결되지 않을 때에는 인버터를 통해 DC - BUS 로부터 전력을 공급받게 된다.

LOAD E ~H 는 풍차와 연결되지 않을 경우 계통선으로부터 전력을 공급받을 수 있게 되어있다. LOAD D 는 정류기로서 풍차의 출력이 충분할때 축전지에 충전할 수 있게 되어있다.

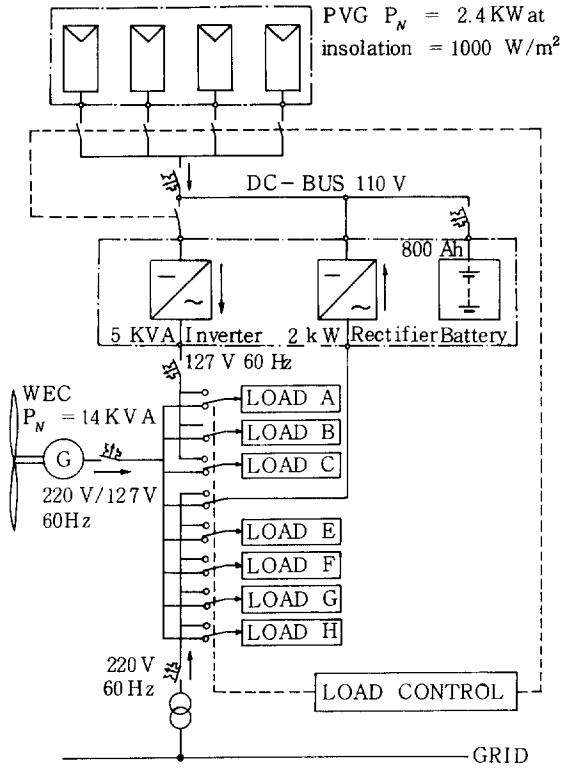


그림 5-1. 태양 - 풍력 복합발전시스템 계통도

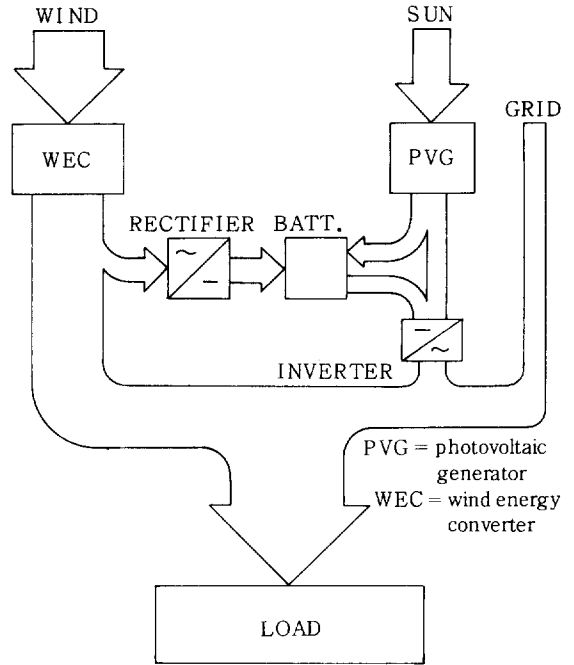


그림 5-2. 태양 - 풍력 복합발전시스템 에너지 흐름

표 5-1. 풍력발전시스템 제원

| ROTOR                         |                  |
|-------------------------------|------------------|
| Number of blade               | 2                |
| Diameter                      | 11.6 m           |
| Speed (at rated power)        | 92 rpm           |
| Direction (looking down wind) | counterclockwise |
| Location, relative to tower   | downwind         |
| Type of hub                   | rigid            |
| Cone angle                    | none             |
| Tilt angle                    | 10 deg.          |
| Swept area                    | 105 sq. m        |
| ELADES                        |                  |
| Material                      | GFRP             |
| Airfoil                       | NACA 4415 - 4427 |
| Chord                         |                  |
| tip                           | 200 mm           |
| root                          | 500 mm           |



TRANSMISSION

Type ..... two-stage spur gear  
 Ratio ..... 1 : 19.6

GENERATOR

Type ..... self-excited synchronous generator  
 Rating ..... 14 kVA  
 Voltage ..... 220 / 127 V  
 Frequency ..... 60 Hz  
 Speed ..... 1800 rpm

PERFORMANCE

Design power at hub height ..... 14 kVA  
 Windspeed :  
     Rated ..... 10.1 m/s  
     Cut-in ..... 3.5 m/s  
     Cut-out ..... 24 m/s  
     Max. design speed (survival) ..... 50 m/s

ORIENTATION DRIVE

Type ..... side wheel via worm gearing  
 Transmission ratio ..... 1 : 4000

CONTROL SYSTEM

Principle ..... electrohydraulic power and speed control by pitch adjustment  
 Overspeed control ..... centrifugal

TOWER

Four-legged lattice tower ..... 10 m

Design Lifetime ..... 20 years

표 5-2. 태양광발전시스템 제원

- Generator surface ..... 38.6 sq. m<sup>2</sup>
- Nominal output at 1000 W/sq. m<sup>2</sup>, 25 deg. C ..... 2.4 KW
- DC voltage ..... 110 V
- Number of modules : generator ..... 128  
   tracking ..... 8  
   measuring ..... 2
- Solar cell module ..... AEG type PQ 10/20/0
- Electrical data as a function of the solar cell temperature.

| Characteristic<br>Values (100 mW/sq. cm <sup>2</sup> ) | Solar cell temperature (deg. C ) |       |       |
|--|----------------------------------|-------|-------|
|  | 0                                | 25    | 60    |
| Open circuit voltage (V)                               | 12.30                            | 11.20 | 9.60  |
| Short circuit current (A)                              | 2.37                             | 2.41  | 2.46  |
| Current at max. power (A)                              | 2.18                             | 2.20  | 2.23  |
| Nominal power (W)                                      | 21.30                            | 19.20 | 16.20 |

Max. difference to nominal power less than 10%



그림 5-3. AEROMAN 11 / 14 풍력발전 시스템

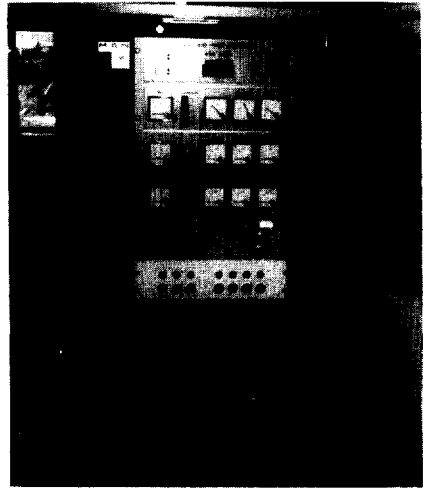


그림 5-6. 부하 작동조절장치

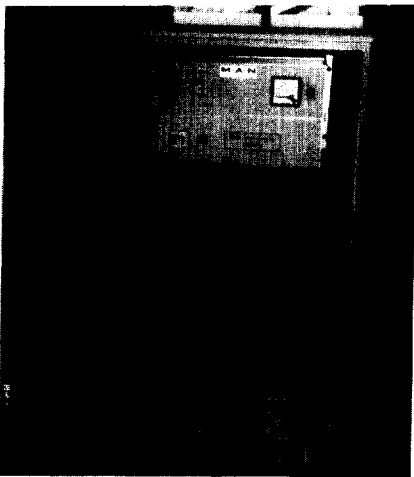


그림 5-4. 전기유압제어장치

### 6 결론

전력 수용가의 형태는 매우 다양하며 이에 따라 부하의 변동율도 크다. 이러한 수용가에게 복합시스템을 통해 전력을 공급하기 위해서는 부하변동에 따라 최적하게 운전될 수 있는 신뢰도가 높은 시스템의 개발이 필요하다. 즉 부하 자동조절장치에 대한 보다 많은 연구가 필요하다고 하겠다.

태양- 풍력 복합발전시스템 개발은 기존 에너지원으로부터 독립된 자연에너지만의 전력공급 시스템을 확립하려는 데 목적을 두고 있으므로 기존 계통전력망과 경쟁해야 하는 어려운 점이 있다. 즉 경제적인 면을 고려하지 않을 수 없게 된다. 현재의 기술 수준으로 볼때 낙도의 경우 풍력발전시스템은 디젤 엔진 발전과 비교해볼때 충분한 경제성을 가지고 있으며 태양광발전의 경우 Solar Module의 가격은 계속 내려가는 추세이다.

그러나 태양추적식 태양광발전의 경우 태양추적 및 제어장치의 가격은 고가이고 이부분에 대한 가격 하락은 크지 않을 것으로 보이기 때문에 고정식 태양광발전시스템의 성능과 경제성 양자를 고려한 연구가 수행되어야 할 것이다.

현재 유류가의 상승 추세로 볼때 낙도지역의 전화 사업 및 기존 전력망의 보조시스템으로 활용성이 큰 복합발전시스템의 개발을 위해 계속적인 연구노력이 있어야 할 것이다.

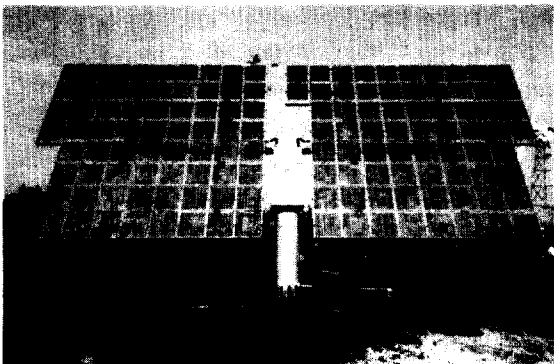


그림 5-5. HELIOMAN P 태양광발전시스템

참고문헌

1) 한국과학기술원; "한·독 태양-풍력 복합발전  
전에 관한 연구", N7 - 1969 - 2, 1983  
2) 한국과학기술원; "태양열-풍력 복합발전  
에 관한 연구", BSI 811 (2) - 1623-2, 1982;  
BSI 700 (2) - 1414 - 2, 1980 : BSI 700  
(1) - 1192 - 4, 1979  
3) 한국과학기술원; "제주도 풍력발전시스템  
개발연구 (I, II)", BSG 474 - 1801 - 2 : BSG  
475 - 1804 - 2, 1982

4) 이춘식; "풍차발전 실용화 시험에 관하여",  
전기협회지, 1982.8 - 1982.10  
5) 한국동력자원연구소; "태양광발전 기술개발",  
KE - 81T - 15, 1981  
6) 한국과학기술연구소; "전력에너지원의 다양  
화에 관한 연구", BSI 700 (1) - 1192 - 4, 1979  
7) 이정오; "풍력발전 개발 연구", 한국과학원,  
1977  
8) 에너지관리공단; "대체에너지이용 기술자료  
집", 1983

◆ 교 마 상 식 ◆

디지털 TV의 成功은 VLSI 에

最大規模集積回路 (VLSI)를 利用한 디지털 TV가 1983年에 ITT (International Telephone & Telegraph) 社의 半導體部門에 의해서 8칩의 5個VLSI 回路로 制作되었는데 이것은 從來의 TV와 350個의 周邊部品으로 置換되었다고 한다.

한편 ITT의 擔當者에 의하면 高級모델과 同等의 코스트로서 보다 良好한 画像를 供給할 수 있으며 또한 한個의 画面上에 2個의 TV프로그램을 볼 수 있는 主밍機能과 텔리텍스트를 處理할 수 있다고 한다.

또한 ITT의 計劃은 2칩화와 1칩화를 進行하고 있어 現在의 TV보다 低廉한 것을 期待하고 있으며 其他 半導體메이커는 ITT의 結果에 따라서 方向을 決定할 것이라고 한다.

그런데 디지털 TV는 먼저 베이스밴드信號의 映像과 音聲을 AD converter로 디지털化 하고 있는데 IF 帶에서 行하여도 可能하고 廉價라고 한다. 以外에 고스트 (ghost)의 一部除去나 플러터 (flutter) 障害에 대한 同期安定性向上등에 의한 高画質이나 歐州에 있어서 50Hz의 필드周波數에 起因하는 플리커를 抑制할 수 있다고 한다.

그러나 映像의 움직임이나 檢出回路의 設計등에 問題가 있다고 하나 高解像度와 雜音除去 및 프로젝트등에 有効하다고 한다. 또한 ITT의 디지털 TV는 直接衛星放送時代로 向하고 있어 NTSC, PAL, SECAM등의 3個放送시스템을 受信할 수 있으며 衛星放送은 音聲이 PCM이므로 이것과 디지털 TV와의 接續이 容易하여 코스트다운을 圖謀할 수 있다고 한다.

한편 ITT의 計劃은 50萬키트를 予定하고 있으며 Zenith, Sony, Sharp, 三洋 및 Telefunken 등의 TV메이커가 ITT의 IC를 使用할 予定이며 IC의 價格은 30~40弗정도라고 한다. philips 社는 ITT의 強力한 競爭者로서 部分的으로 디지털化하고 있으며 RCA의 Hittinger 副社長은 디지털化가 必須이나 徐徐히 進行하여야 된다고 말하고 있다.

ITT는 오히려 部分的으로 디지털화를 取하고 있으며 6個의 VLSI 시스템을 보면 映像信號用의 A/D converter와 D/A converter를 갖는 VCU, 音聲信號用 converter를 갖는 ACU 그리고 映像音聲의 信號處理用 VPU, APU로서의 偏向用 DCU以外에 制御用的 CCU등이라고 한다.

그런데 映像用的 AD converter는 7비트이나 1라인마다 8비트의 解像度を 그리고 音聲의 AD converter는 시그마-델타 變換에 의해서 16비트를 發生시키고 있다고 한다.