

제34회 서울특별시학생과학발명품경진대회

스마트폰을 통한  
전기소모량 측정기

작품번호

3140

출품 부문	생활과학 I
-------	--------

2012. 04. 24.

	학교	학년/직위	성명
출품 학생			
지도 교원			

## <차 례>

I . 제 작 동 기	.....1
II . 제 작 목 적	.....2
III . 이 론 적 배 경	.....2
가) 소비전력 [(electric) power consumption]	.....2
나) 디지털 멀티미터 [ digital multimeter ]	.....3
다) 무선랜 [wireless lan]	.....4
라) 블루투스 [bluetooth]	.....4
마) 스마트폰 [smart phone]	.....5
바) 전기용어와 단위	.....5
사) 이산화 탄소(CO <sub>2</sub> )	.....6
아) 전기요금 계산표	.....6
IV . 작 품 내 용	.....7
가) 작품요약	.....7
나) 작품의 원리 및 독창성	.....7
다) 선행연구 조사 결과	.....8
라) 작품의 구성	.....8
마) 제작 과정	.....10
V . 활 용 성	.....10
VI . 전 망	.....12
VII . 참 고 문 헌 및 사 이 트	.....12

## <표 차례>

<표1> 최근 5년 최대 전력 실적	.....1
<표2> 제작 과정	.....10
<표3> 테스트 방법	.....11

## <그림 차례>

<그림1> 디지털 멀티미터	.....4
<그림2> 온실효과	.....6
<그림3> 전기요금 계산표	.....7
<그림4> 작품 구성 원리	.....8
<그림5> 측정기 1차 모형	.....9
<그림6> 전기소모량 측정기 도면	.....9

## I. 제품제작의 동기

우리나라의 에너지 해외 의존도가 96.2%에 달하고 있다고 한다. 그럼에도 불구하고 우리나라 에너지 소비는 선진국과 비교 높은 수준을 유지하고 있다. 또한 지구온난화 현상으로 최근에는 여름철마다 이상고온 현상이 반복되어 국가 전력 수급위기 상황이 매년 심각한 문제로 대두되고 있다.

작년(2011년) 9월 15일은 국내 전력산업계에 잊을 수 없는 날이다. 추석연휴가 끝나고 뒤늦게 찾아 온 무더위에 전력사용량이 급증하면서 대한민국은 순환정전이라는 초유 사태를 겪었다. 전국적으로 162만 가구, 신호등·은행·병원 가릴 곳 없이 무작위로 돌아가며 벌어진 정전사태는 620억원 상당 금전적 피해와 함께 시민들을 혼란에 빠뜨렸다.

최근 5년 최대 전력 실적					
단위: 만 KW, %					
일시	설비용량	공급능력	최대수요	예비전력	예비율
2012년02월02일	7,934.2	7,950.5	7,383.3	567.2	7.7
2011년08월31일	7,924.6	7,763.6	7,219.4	544.2	7.5
2011년01월17일	7,613.1	7,717.9	7,313.7	404.2	5.5
2010년08월20일	7,440.7	7,434.4	6,988.6	445.8	6.4
2010년01월13일	7,347.0	7,372.2	6,896.3	475.9	6.9
2009년08월19일	7,337.2	7,263.2	6,321.2	942.0	14.9

<표 1>

전력거래소 홈페이지 참조

“도표1”은 전력거래소의 최근 5년간 최대 전력 실적을 나타내는 도표로 내용을 분석해보면 매년 설비용량, 공급능력, 최대수요가 늘어난 반면 예비전력과 예비율은 계속 줄어드는 현상이 발생을 했다. 결국 정전사고도 수요에 비해 예비전력이 모자라서 발생한 현상이다. 이러한 문제 해결은 새로운 에너지를 만들기보다는 기존 사용되는 에

너지를 줄여 해결, 예비전력을 높이는 방법이 제일 좋은 방법이라 생각을 한다.

그러면 일반 가정에서부터 에너지 절약을 하기 위해서는 어떤 방법이 있을 가를 생각해 보았다. 사람들은 이야기를 듣거나, 자신과 직접적인 관련이 없으면 오래 기억하지 못하기 때문에 좀 더 직접적으로 느끼고, 행동 할 수 있는 방법을 고안하게 되었다.

## II. 제품제작의 목적

전자제품의 실제 소비전력을 측정해서 실시간으로 스마트폰이나 컴퓨터 디스플레이에 시각적으로 보여 사용자가 피부로 직접 느껴 스스로 에너지를 절약 할 수 있도록 하는 것이다. 이는 경제관념이 떨어지는 젊은 세대가 새로운 인식을 가지고, 아이들이 재미를 느낀다면 에너지 절약에 큰 영향을 줄 수 있을 것이다.

가) 전자제품이나 전기제품이 얼마만큼의 전기를 사용하는지, 전기 사용량이 금액으로 환산하여 얼마인지 실시간으로 보여준다.

나) 대기 전력으로 소모 되는 양을 실시간으로 보여준다.

다) 온난화 주범인 CO<sub>2</sub> 발생량을 누구나 쉽게 이해 할 수 있도록 실시간 모니터링 해준다.

라) 소비전력, 누적전력량, 전압, 전류, 주파수, 열률, CO<sub>2</sub>발생 등을 그래프와 그림 또는 간단한 게임으로 재미있게 표현하여 생활 속에서 누구나 쉽게 이해하고 에너지 절약을 실천 할 수 있도록 하려고 한다.

## III. 이론적 배경

### 가) 소비전력 [(electric) power consumption]

전력(P)은 전기기기에 사용되는 단위시간당 에너지로 전압(V)과 전류(I)의 곱으로 표현된다( $P = VI$ ). 전력은 전기기기에 공급되는 전압에 따라 다른 값을 갖게 된다. 소비전력은 전력과 같은 물리량으로 단위는 와트(W)를 사용한다. 그런데 전기기기에 일정하게 사용되는 전력을 이야기 할 때 소비전력이라 일컫는다. 소비전력과 같이 목적

에 의해 구분되는 전력에는 대기전력, 정격전력 등이 있다.

옴의 법칙( $V = IR$ )을 사용하면 전력은  $P = I^2 R$ 이다. 따라서 각종 전기기기에서 저항( $R$ )이 정해져 있으므로 전력은 연결된 전압에 의해 결정된다. 즉, 기기에 연결한 전압을 증가시키면 전력은 전압의 제곱에 비례하여 증가된다. 그런데 가정용 전압과 같이 실효전압이 일정한 경우 전력도 일정하여 소비전력을 표시하게 된다. 즉 소비전력은 실제 어떤 기기가 사용하는 전력이다.

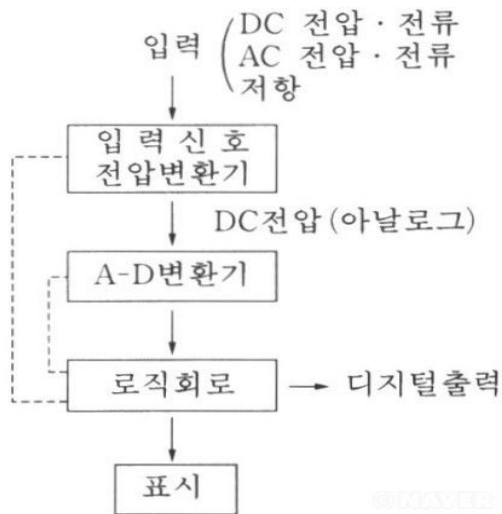
가정용 전기기구의 경우 소비전력은 킬로와트(kW)로 표시된다( $1kW=103W$ ). 사용한 전기량을 전력량이라 하며 전력에 시간을 곱한 양인 킬로와트시(KWh)를 많이 사용하며, 가정용 전력계는 전력량을 계산하는 기기이다. 소비전력은 정격전압(연결되도록 명시한 전압)과 함께 표시된다. 정격전압과 소비전력 으로부터 위의 전력식을 사용하면 각 기기의 저항을 구할 수 있다. 정격전력은 각 기기가 견딜 수 있는 전력으로 정격전력 이상의 전력을 사용하면 발열과 함께 기기가 망가진다. 대기전력은 기기를 사용하지 않을 때 사용되는 전력으로 우리나라 전력 사용량의 1.7% 정도에 해당된다. 가정에서 대기전력을 줄이는 방법으로 사용하지 않는 전기기구의 전원을 뽑는다.

전기회로에 사용되는 저항은 흔히 정격전력 1/8W를 많이 사용한다. 그러나 실제 회로에서는 정격전력 이하의 전력에서 작동되게 전압을 조절하므로 실제 사용되는 소비전력은 이보다 작게 사용된다. 겨울철에 사용하는 온풍기는 소비전력이 2KW 정도이고 가습기는 100W 정도이다. 텔레비전의 경우 대기전력은 5~10W 정도이며, 절전형인 경우 3W 이하이다. 텔레비전의 소비전력은 200W 정도이다.

[출처] 소비전력 [(electric) power consumption ] | 네이버 백과사전

## 나) 디지털 멀티미터 [ digital multimeter ]

디지털 전압계(digital voltmeter = DVM) 중에는 전압측정 외에 전류나 저항을 측정할 수 있는 것이 있는데, 그와 같은 기능을 가진 디지털 전압계를 디지털 멀티미터 또는 DMM이라는 약칭으로 부르고 있다. 전압계는 아날로그 전압계와 디지털 전압계로 나뉜다. 디지털 전압계는 아날로그 전압계에 비해서 확실도가 높고 분해력이 높으며, 고속인 점에서 전압측정의 주류를 차지하고 있다. 이에 비해서 아날로그 전압계는 사용될 기회가 비교적 적다고는 하나 그다지 높은 정확도를 필요로 하지 않고 신호의 완만한 변화를 기록한다든가, 직관적으로 전압을 판독하는 경우에 적합하다. DVM이나 DMM에서는 아날로그 입력을 그것과 등가인 디지털량으로 AD변환기에 의해 변환하여 로직회로를 통하여 표시한다든가, 외부에 전송한다든가 할 수 있다.



<그림 1>

#### 다) 무선랜 [wireless lan]

무선접속장치(AP)가 설치된 곳의 일정 거리 안에서 초고속 인터넷을 할 수 있는 근거리통신망(LAN)이다. 전파나 적외선 전송방식을 이용하며, 와이어리스랜이라고도 한다. 보통 와이어리스랜이라고 한다. 무선접속장치(AP)가 설치된 곳을 중심으로 일정 거리 이내에서 PDA나 노트북 컴퓨터를 통해 초고속 인터넷을 이용할 수 있다. 무선주파수를 이용하므로 전화선이나 전용선이 필요없으나 PDA나 노트북 컴퓨터에는 무선랜카드가 장착되어 있어야 한다.

[출처] 무선랜 [wireless lan ] | 네이버 백과사전

#### 라) 블루투스 [bluetooth]

휴대폰과 휴대폰 또는 휴대폰과 PC간에 사진이나 벨소리 등 파일을 전송하는 무선 전송기술을 말한다.

블루투스가 주목받는 이유는 첫째, 블루투스는 저렴한 가격에 저전력(100mW)으로 사용할 수 있다는 점이 장점이다. 둘째, 블루투스는 주파수 대역을 나누기 때문에 데이터 전송을 여러 주파수에 걸쳐서 분할해 보낼 수 있다. 그렇기 때문에 무선 전송에 따른 보안 위협에서도 상대적으로 안전하다. 셋째, 블루투스 신호는 벽이나 가방 등을 통과해서 전송될 수 있으므로 배선이나 연결 상황을 육안으로 확인할 필요가 없고 장애물이 있어도 신호를 주고받을 수 있다. 넷째, 주파수 특성도 전 방향으로 신호가 전송되므로 각 장치를 연결하기 위해 일정한 각도를 유지할 필요가 없어 사용하기에 편리하다. 마지막으로 무엇보다 전 세계 수많은 국가가 블루투스 표준 규격을 준수하기 때문에 세계 어느 곳에서나 같은 기술을 이용할 수 있다. 따라서 블루투스를 이용한

무선 네트워크는 언제 어디서나 모든 정보기기 간의 자유로운 데이터 교환이 이뤄질 수 있다.

[출처] 블루투스 [bluetooth ] | 네이버 백과사전

#### 마) 스마트폰 [smart phone]

휴대폰과 개인휴대단말기(personal digital assistant; PDA)의 장점을 결합한 것으로, 휴대폰 기능에 일정관리, 팩스 송·수신 및 인터넷 접속 등의 데이터 통신기능을 통합시킨 것이다. 가장 큰 특징은 완제품으로 출시되어 주어진 기능만 사용하던 기존의 휴대폰과는 달리 수백여 종의 다양한 애플리케이션(응용프로그램)을 사용자가 원하는 대로 설치하고 추가 또는 삭제할 수 있다는 점이다.

무선인터넷을 이용하여 인터넷에 직접 접속할 수 있을 뿐 아니라 여러 가지 브라우징 프로그램을 이용하여 다양한 방법으로 접속할 수 있는 점, 사용자가 원하는 애플리케이션을 직접 제작할 수도 있는 점, 다양한 애플리케이션을 통하여 자신에게 알맞은 인터페이스를 구현할 수 있는 점 그리고 같은 운영체제(OS)를 가진 스마트폰 간에 애플리케이션을 공유할 수 있는 점 등도 기존 휴대폰이 갖지 못한 장점으로 꼽힌다.

[출처] 스마트폰 [smart phone ] | 네이버 백과사전

#### 바) 전기용어와 단위

1. 전하 : 물질을 구성하고 있는 소립자의 물리량을 표현하는 기본적인 것. 단위는 C(coulomb)
2. 전류 : 전위차가 있는 두 점간의 도체를 흐르는 전자의 이동. 상징은 I, 단위는 A, C/s
3. 전압 : 두 점간의 전위의 차이로 1Ω의 저항을 통해 1A의 전류를 운반하는데 필요한 기전력. 단위는 V
4. 기전력 : 전지나 발전기와 같이 전원이 계속해서 전압을 만드는 힘. 단위는 V
5. 전력량 : 전기가 하는 일(W) 단위는 J
6. 전력 : 1초간 일을 하는 전력량(P) 단위는 W
7. 전기저항 : 전류가 통하기 힘든 상태를 나타내는 물리량(R)단위는 Ω
8. 비저항 : 단위길이에 대한 물질의 전기저항. 단위는 Ωm
9. 도전율 : 전기전도율, 비전기전도도라고도 한다. 단위는 Ω
10. 주파수 : 교류전류의 위상이 양과 음으로 완전히 한 쌍을 반복한 사이클이 1초 동안에 나타난 수 . 단위는 Hz ,cps, pps
11. 파장 : 파장에서 동일 위상에 있는 서로 인접한 두 점간의 거리. 단위는 m
12. 임피던스 : 코일과 콘덴서 및 저항을 포함한 전기회로 내에서 교류전류가 흐를



때 저항과 같이 작용하는 모든 저항성분, 단위는  $\Omega$

13. 콘덴서, 축전기 : 금속판을 서로 맞대어 배열하여 서로 절연시키어 전하를 축전하는 도구

14. 정전용량 : 콘덴서가 전하를 축적하는 크기 단위는 F ,C/s

15. 인덕턴스 : 코일에 전류가 흐를 때 전류흐름의 어떤 변화에 반항하는 회로의 요소. 단위는H

16. 인덕터 : 회로에 인덕턴스를 만들기 위해 사용하는 전선 코일

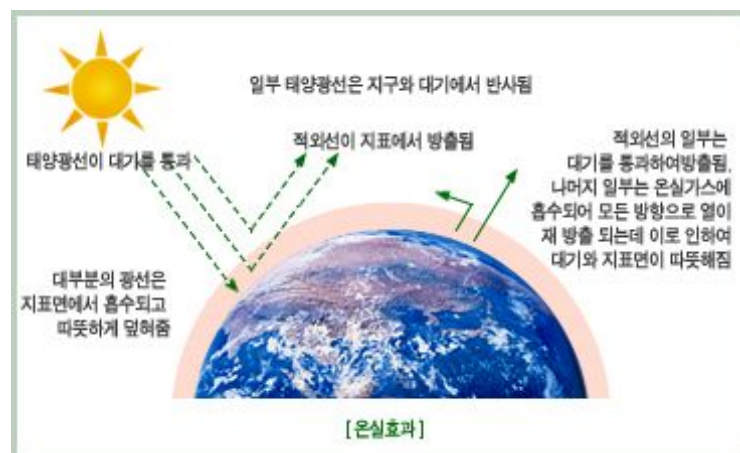
[출처] 전기용어와 단위

### 사) 이산화탄소( $\text{CO}_2$ )

탄소나 그 화합물이 완전 연소하거나, 생물이 호흡 또는 발효(醱酵)할 때 생기는 기체로 대기의 약 0.035%를 차지한다.

이산화탄소로 인해 지구가 더워지고, 온실효과로 인해 더욱 지구의 온도는 높아지고 지구의 온난화가 급속히 진행되고 있다. 모든 것을 통틀어 기후변화로 통칭하는데 이산화탄소 발생으로 이문제가 급속히 빨리 진행된다는 것을 알고서 이제 인류의 생존을 위해 탄소절감을 꼭 하여야 한다.

**$\text{CO}_2$ 설정: 1W의 전기를 생산할 때 발생하는 이산화탄소량 424g**



<그림 2>

### 아) 전기요금 계산표

우리나라는 전기 사용량이 올라가면 단가가도 올라가는 누진세가 적용되고 있다.

## ■ 주택용 전기요금 계산법

자동이체	<input type="radio"/> 유	<input checked="" type="radio"/> 무		
사 용 량	480	kWh	요금계산	계산내역
요 금	116,130	원		

## ■ 전기요금

기본요금 (호당)		전력량 요금 (원/kWh)	
100 kWh 이하 사용	390	50 kWh 까지 사용	34.50
		51 ~ 100 kWh 까지 사용	81.70
101 ~ 200 kWh 사용	850	101 ~ 200 kWh 까지 사용	122.90
201 ~ 300 kWh 사용	1,500	201 ~ 300 kWh 까지 사용	177.70
301 ~ 400 kWh 사용	3,590	301 ~ 400 kWh 까지 사용	308.00
401 ~ 500 kWh 사용	6,750	401 ~ 500 kWh 까지 사용	405.70
500 kWh 초과 사용	11,980	500 kWh 초과 사용	639.40

<그림 3>

## IV. 작품내용

### 가) 작품요약

작품을 전기제품과 콘센트 사이에 꽂으면 자동으로 작동되어 전기량을 측정한다. 측정된 결과는 무선 통신(Wifi, Bluetooth)를 통해 스마트폰으로 전송된다. 스마트폰에서는 이 결과를 실시간으로 계산하여 다양한 방식(그래프, 퍼센트, 그림, 소리 등)으로 보여준다.

### 나) 작품의 원리 및 독창성

가정 내 컴퓨터에서 노트북으로 데이터를 전송할 경우 ‘네트워크’라는 기술을 이용할 수 있다. 이 기술은 공유기를 통해 Wi-Fi로 통신하는 방식으로 이 작품에 적용할 수 있다. 전력량 측정기에서 공유기로 신호를 보내주면 스마트폰에서 데이터를 받아 처리를 한다. 받은 데이터를 어플리케이션을 통해 원하는 방식(시간별, 일별, 월별)으로 그래프나, 퍼센트로

표시해 준다. 공유기가 없는 경우 Bluetooth방식을 이용해 통신할 수도 있다.

기존 전력량 측정기의 모든 복잡한 기능을 스마트폰에서 처리하므로 부피 및 가격이 크게 줄일 수 있어서 누구나 부담 없이 필요로 하는 기기에 다양하게 사용할 수 있다.

#### 다) 선행연구 조사 결과

- 현재 소형으로 전기소모량 측정기술은 많이 나와 있는데 모든 기능(LCD 디스플레이, 버튼)이 내장되어 있어 가격도 비싸고, 부피도 컸다. 그리고 단순히 한 제품에 대한 결과만 볼 수 있게 되어 있다.
- 현재 디지털 멀티미터 [digital multimeter]라는 제품은 일부 측정 결과를 디지털로 전환 되어 나오는 제품이 있기도 하다.
- 무선 통신(Wi-Fi, Bluetooth)도 보편화 되어 사용되고 있다. 스마트폰 어플리케이션 또한 누구나 쉽게 사용 할 수 있도록 개발 틀이 발달되어있다.
- 최근 국내뿐만 아니라 전 세계적으로 에너지 절약과 환경에 대한 관심이 화제가 되고 있다.
- 'www.kipris.or.kr'에서 유사제품 검색 중 '무선'과 '전력 측정'의 키워드로 검색하니 '근거리 무선 통신(WPAN)을 이용한 전력 측정 시스템'이 있었다. 이 기술은 보편화가 되어 있지 않기 때문에 Wi-Fi를 이용하는 것이 다양한 사람들이 보편적으로 이용할 수 있을 것이다.

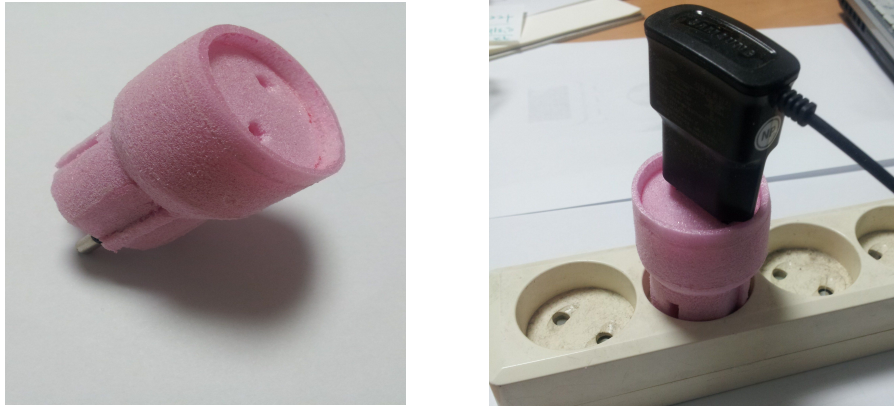
#### 라) 작품의 구성



<그림 4>

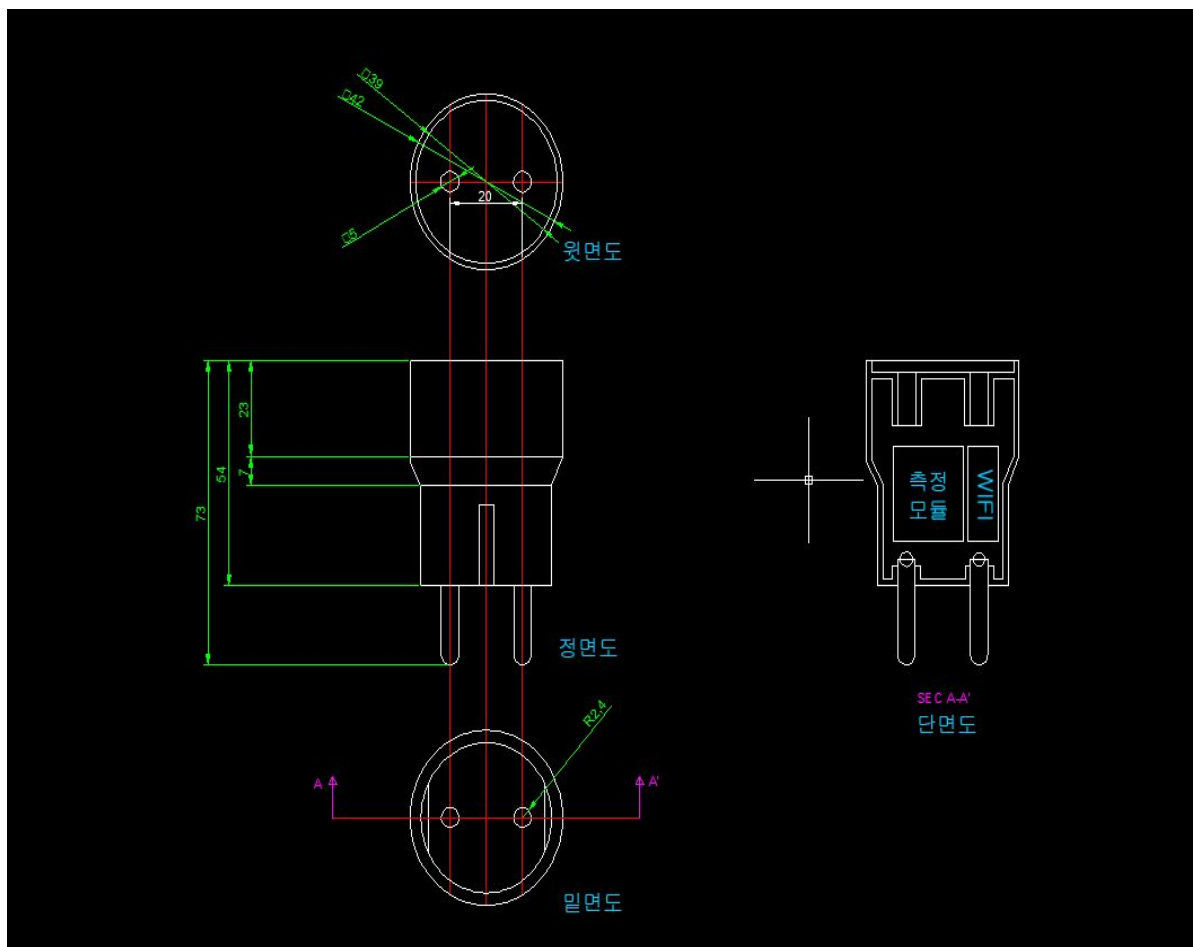
- 전력측정 모듈, 디지털 전환 장치, 송·수신 모듈, 스마트폰과 어플리케이션 등은 개별적으로 보편화 되어 많이 사용되어지고 있다 이 기능을 하나로 묶어 새로운 개념의 전력량 측정기를 탄생 시킬 수 있다.

기존 모듈을 모아서 만들면 제품이 커질 수 밖에 없지만 각 모듈을 본 제품에 맞게 개발을 한다면 아래(그림 5)와 같이 간단하게 사용 할 수 있게 만들 것이다.



<그림 5>

[전기소모량 측정기 도면]



<그림 6>

## 마) 제작 과정

단계	일정	시기	내용	비고
준비 단계	주제 선정	2012.01	-발명의 동기 -전력 사용기기 조사 -에너지 정책 조사	
	기초 조사	2012.02	-자료조사 전력사용기기 유사 제품 확인 - 어플 제작 방법 조사-	인터넷 조사 시장조사
실행 단계	계획 수립	2012.02	-참고문헌 및 관련자료 수집 -참고 샘플 구입	전문가 조언
	1차 제작	2012.03	-디지털 멀티미디어 기능확인 (무선 송신 가능여부 확인) -각종 전자제품 테스트 (기존 전력량 측정기를 이용 사용 방법/기능/문제점 분석) - 디자인 형태구상 및 1차모형 제작 -2차 모형제작	기능성 테스트
	2차 제작	2012.03~ 2012.04	-무선 송수신 하드웨어 제작 -어플 제작/테스트	단계별 전문가 조언/의뢰 테스트 및 보완
정리 단계	보완	2012.04	- 작품 설명서제작 - 작품 평가회의	결과보고서작성

<표 2>

## V. 활용성

가) 가정에서 비용 부담없이 측정기기를 구입 필요한 전기제품의 콘센트에 사용하면 전기소모량을 비롯하여 누적 전력량/전압/전류/ CO<sub>2</sub> 발생/사용 요금까지 실시간으로

체크 할 수도 있고 시간대별 월별 비교 분석을 할 수 있어 사용자가 전기 전략을 어떻게 해야 하는지 쉽게 알 수 있을 것이다.

나) 전기 누진제에 포함이 되는지 미리 체크할 수 있어 에너지 절약과 비용 절약까지도 가능하다.

다) 사무실, 공공장소 등에서도 어떤 제품이 전력량을 많이 소모하는지 찾아내 개선을 할 수 있을 것이다.

라) 가정 및 유치원 학교에서도 교육용으로도 사용하여 체험으로 에너지 절약을 익힐 수 있도록 한다.

**- 게임방식 적용:** 이산화탄소 발생을 이용

예) “북극곰을 살려주세요“

이산화탄소 발생을 많이 하게 되면 북극 빙하가 녹아 북극곰이 살아갈 공간이 점점 좁아지고 탄소 발생을 적게 하면 북극곰이 편하게 넓은 공간에서 평화롭게 살아가는 게임을 만들어 컴퓨터와 스마트폰 세대에 맞는 재미와 에너지 절약 실천을 둘을 동시에 만족 할 수 도 있을 것이다.

**- 테스트 해보기:** 전력량 측정기로 각 전자·전기 제품의 에너지 절약 사용법을 찾아 낼 수 있을 것이다. (부모가 아이들과 같이 측정해 봄)

테스트 제품	테스트 방법	기타
냉장고	-내부 음식을 10% 줄여보고 테스트 하기 -문 여는 횟수를 줄여 테스트 해보기	대기전력 테스트 해보기
에어콘	-실내 온도 1도 낮추기 -평균 시간 줄이기	
TV	-볼륨 20%줄여 테스트 해보기 -화면 밝기 30% 줄여 테스트 해보기	
진공청소기	- 청소 중 강.중.약 단계별 테스트 해보기	
컴퓨터	- 모니터 밝기 30% 줄여 테스트 해보기 - 부팅후 모니터 1분 늦게 켜기 - 사용 시간 이외 플러그 뽑기	
선풍기	- 단계별 /회전시 테스트 해보기	
비데	-일반 사용시와 열선 사용, 온수 사용 시 테스트 해보기	

<표 3>

#### - 에코 마일리지 적용

사용자가 직접 금전적인 혜택도 받을 수 있다.

## VI.전망

어른뿐만 아니라 어린 아이들까지 사용 방법에 따라 에너지 절약 결과를 직접 보고 느끼기 때문에 교육 효과와 더불어 실제 생활에 자연스럽게 에너지 절약 정신을 갖고 실천 할 수 있을 것이다.

더 나아가서는 건축 초기부터 본 작품의 기능을 콘센트에 내장 시켜 만든다면 사용자가 별도 비용 없이 모든 국민이 작은 것부터 에너지 절약을 실천할 수 있을 것이다. 국가적으로 전 세계적으로 많은 에너지 절약을 할 수 있을 것이다.

## VII. 참고문헌 및 사이트

1. 에너지관리공단 [www.kemco.or.kr](http://www.kemco.or.kr)
2. 에너지 시민연대 [www.enet.or.kr](http://www.enet.or.kr)
3. 에너지 절약 100만가구운동 [www.100.or.kr](http://www.100.or.kr)
- 4.그린에너지패밀리 <http://www.gogef.kr/>
5. 네이버 백과사전