

소형무인기용 가솔린 엔진 전자점화장치 개발

장성호*, 구삼옥**

Electronic Ignition System Development for Small UAV's gasoline engine

Sung-Ho Chang*, Sam-Ok Koo**

Abstract

An electronic spark ignition unit has been developed for gasoline for small UAV. The unit is programmable to adjust the optimal ignition advance angle in accordance with rpm and intake pressure. Initial advance angle and the position of Hall sensor on the engine can be set from PC via serial interface. The results are expected to be valuable core technology of powerplants in developing small UAV's.

초 록

소형무인기용으로 개조된 가솔린 엔진에 장착될 수 있는 소형전자점화장치의 개발과정을 기술하였다. 소형전자점화장치는 엔진회전수와 흡기부압과의 관계 테이블에서 최적의 점화진각을 선택하여 스파크점화를 할 수 있으며 PC와의 통신을 통해 점화진각값과 Hall 센서의 위치값을 조절할 수 있다. 소형전자점화장치 개발기술은 국내 소형무인기 개발에 필요한 동력장치의 핵심기술이 될 것이다.

키워드 : 가솔린엔진(gasoline engine), 무인기(UAV), 전자점화(electronic ignition)

1. 서 론

1990년대에 등장한 에어로존데(Aerosonde) 무인기가 상업용 마이크로프로세서와 저가형 센서들을 조합하여 기상관측 임무에 적용된 이후, 소형 센서와 탑재장비를 활용하는 다양한 기술이 소형무인기에 적용되는 것과는 다르게 동력장치의 경우는 특별한 경우를 제외하고는 소형무인기용도의 엔진이 없어 비슷한 급의 R/C 모형항공기용 동력장치로 사용되는 글로우 엔진과 가솔린 엔진을 사용하여 소형무인기를 개발하고 운용 중이다. 이중 R/C 모형항공기에 사용되는 글로우

엔진은 고출력을 내기 위하여 메탄올과 합성윤활유로 만들어진 연료를 사용하고 글로우 플러그에 의한 hot spot 점화방식으로 엔진을 작동시킨다. 글로우 엔진은 연비보다는 고출력 성능에 비중을 둔 엔진이기 때문에 연료소모율이 높고 비용도 고가로 보통 1회 비행에 수십 분 정도로 제한을 받는다. 최근 들어 R/C 모형항공기용 소형엔진도 가솔린 연료를 사용할 수 있는 엔진이 개발되어 판매되고 있으며 국내외 R/C 모형항공기 및 소형무인기에 적용되어 활용되고 있다. R/C모형항공기용 소형 가솔린 엔진은 자동차용 가솔린 엔진과 마찬가지로 가솔린 엔진용 기화기와 함께

* 스마트무인기사업단 체계종합그룹/shchang@kari.re.kr

** 스마트무인기사업단 체계종합그룹/sam@kari.re.kr

스파크 점화를 위한 전자점화장치가 필요하다.

R/C 모형항공기용 가솔린 엔진을 소형무인기의 동력장치로 사용할 경우 시중에서 판매되고 있는 전용 전자점화장치를 구매하여 사용할 수 있으나 소형무인기에 적용하기 위해서는 보다 효율적으로 엔진을 운전할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 이를 위하여 글로우 엔진을 개조한 가솔린 엔진에 사용할 수 있으며^[1] 다른 R/C 모형항공기용 가솔린 엔진에도 적용할 수 있는 전자점화장치를 개발하였다. 이 전자점화장치는 단순히 엔진회전수만을 측정하여 가솔린 엔진에 스파크 점화하는 방식이 아닌 흡기부압과 엔진회전수의 관계에 따라 최적의 점화시기를 계산하여 점화가 보다 원활히 이루어지도록 하는 개선된 소형무인기 가솔린 엔진용 전자점화장치이다. 본 논문은 전자점화장치의 개발을 위한 개념 및 개발과정에서 나타난 개선사항에 대하여 정리하였다.

2. 전자점화장치

2.1 가솔린엔진 개조개념

글로우 엔진을 이용하여 가솔린 엔진으로 개조하는 개념은 그림 1에서와 같이 모체엔진으로 글로우 엔진을 이용한다. 글로우 기화기는 카브레터 방식으로 교체하여 글로우 플러그에 의한 hot spot 점화방식을 전자점화에 의한 스파크점화방식으로 개조하고 윤활시스템을 도입하여 기계적인 마모를 줄임과 동시에 윤활유를 재활용할 수 있는 새로운 가솔린 엔진으로 개조하였다.

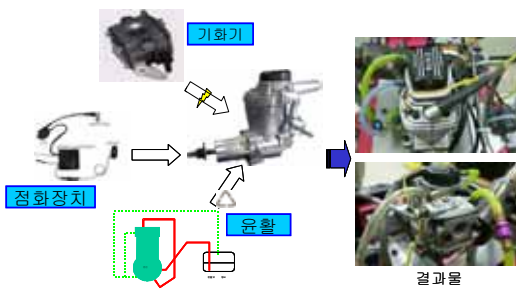


그림 1. 가솔린엔진 개조 개념

2.2 상업용 전자점화장치

개조된 가솔린 엔진의 성능시험과 운용상의 특징을 확인하기 위하여 상업용으로 시중에서 판매되는 전자점화장치 중 미국 ProSpark사 제품을 먼저 적용하였다(그림 2). 2행정 스파크 점화 엔진용 키트로서 발매되고 있는 ProSpark사 전자점화장치는 점화 타이밍을 검출하기 위한 센서(Hall sensor) 검출부와 전자제어 회로부, 전력을 고압으로 변환시키는 점화코일부 및 스파크 플러그로 구성되어 있으며, 전력원은 별도로 연결되는 4.8 V Ni-Cd 배터리로부터 공급받는다. 이 전자점화장치는 다른 상업용 전자점화장치와 달리 점화코일과 스파크 플러그가 전자회로 보드와 분리되어 있다. 가솔린 엔진은 엔진회전수의 변화에 따라 최적의 점화시점에 점화가 이루어질 수 있도록 점화진각이 변화되어야 한다. 특히 정밀한 전자점화제어를 위한 입력정보가 엔진회전수 뿐만 아니라 흡기부압 및 온도 등의 정보가 필요한데 반하여 상업용으로 판매되고 있는 전자점화장치의 입력 정보는 엔진의 회전수만을 요구할 뿐 흡기부압 등의 정보를 요구하지 않는다.

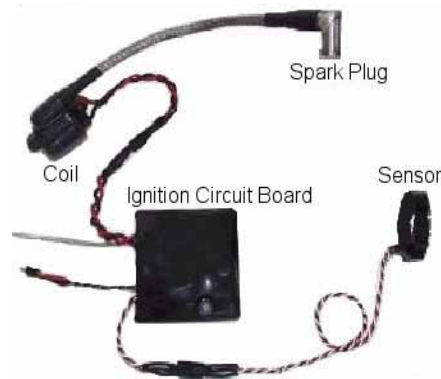


그림 2. ProSpark사 전자점화장치

ProSpark사 제품을 사용한 개조된 가솔린 엔진의 성능시험 동안 주요 운전구간인 1,500 ~ 6,500 rpm 중 4,000 rpm 부근에서 운전 특성이 좋지 않았다. 내부의 프로그램 내용을 알 수 없어 정확한 원인을 판명하기는 어려우나 그림 3에서처럼 엔진 회전수 변화에 대한 점화진각의 변화가 거의 없는 특성을 가지는 것으로 판단된다.

이 전자점화장치는 현재 국내/외에서 원하는 수량을 확보하기가 어렵고 개선된 제품이 나오기

전의 제품은 부분품들의 연결 및 전원입력 순서가 맞지 않을 경우 Ignition Circuit Board가 전기적 손상을 입는 문제가 있었다.

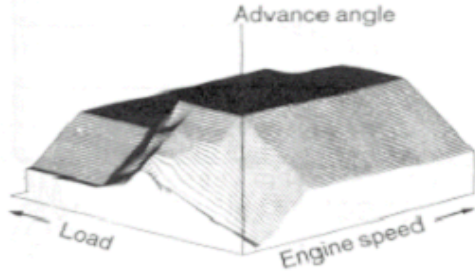


그림 3. 점화진각 1차원 Table

ProSpark사의 외에 R/C 모형항공기용 가솔린 엔진에 많이 쓰이는 전자점화장치로 그림 4의 C.H. Ignitions사 제품이 있다.

C.H. Ignitions 전자점화장치는 고전압 발생코일과 전자제어용 보드를 금속상자에 함께 포함하여 이용자의 편의성을 높여려 한 것이 특징이나 금속상자를 분해해 보면 고전압용 코일과 전자제어용 보드가 분리되어 있음을 확인할 수 있다. C.H. Ignitions 전자점화장치는 국내에서 제품을 직접 파는 판매점은 없으며 관련분야의 매니아가 제작하여 파는 제품인지라 구입경로가 다소 복잡하다. 최근 이 제품의 부품을 들여와 국내에서 제작하여 2행정 가솔린엔진에 장착한 후 함께 판매하는 회사가 생겼고, 이 제품을 활용하여 개조된 가솔린엔진을 성능시험한 결과 양호한 운전특성을 나타내었으며 이후 개발된 소형전자점화장치의 초기 개념모델로 활용하였다.



그림 4. C.H. Ignitions사 전자점화장치

2.3 소형전자점화장치 개발

소형무인기는 조종사의 가시권 밖에서 비행을 하며 운용고도 역시 지상에서부터 수 km까지 이르게 된다. 또한 가솔린 엔진이 정지하는 상황이 발생했을 때는 추락 및 불시착에 따른 인적, 물적 피해가 발생될 수 있으므로 엔진의 안정적인 동작이 필수적이다. 따라서 소형무인기용 가솔린 엔진은 고도와 비행속도 등의 주위환경에 따라 최적의 운전을 보장할 수 있는 전자점화장치가 필수적이며 탑재중량을 고려해서 크기와 무게가 작아야 한다. 무엇보다 엔진 종류마다 조금씩 다를 수 있는 점화특성을 최적화하기 위해서는 사용자가 전자점화장치 내의 프로그램을 수정하고 특히 점화진각을 수정할 수 있어야 한다. 이는 소형무인기의 개발과정 및 운용에 있어 동력장치의 상태 파악과 제어를 위해 유리하다. 따라서 상업용의 전자점화장치를 대신하여 보다 개선된 성능을 가지는 소형전자점화장치를 개발하였다. 특징으로는 엔진회전수와 흡기부압을 입력정보로 사용하고, 시리얼 통신을 통한 점화진각의 변경, 홀센서의 위치변경 및 펌웨어 수정을 할 수 있다. 소형전자점화장치는 개발단계에서 보드형태의 시험용 전자점화장치와 엔진성능시험을 위한 전자점화 및 엔진회전수 측정을 위한 점화성능시험장치, 점화코일을 전자보드에 포함하는 개념의 일체형 소형전자점화장치를 개발하여 관련 기술들의 안정성을 확인하고 문제점들을 개선하여 개발되었다.

개조된 가솔린 엔진의 엔진성능시험을 위해 R/C 모형항공기용 가솔린 엔진에 사용되는 ProSpark사의 전자점화장치를 이용하여 전자점화를 하였으나, 동일한 엔진회전수를 유지하면서 가솔린 엔진에 부하를 가하는 Dynamometer를 이용하는 성능시험의 환경에서는 엔진의 회전수가 3,000 ~ 4,500 rpm의 중속부근에서 엔진의 운전이 불안정하였으며 최적의 점화시기로 엔진을 운전되지 않는 것으로 확인되었다. 이는 앞서 설명한 것처럼 이 전자점화장치의 주요 활용 대상이 R/C 모형항공기용 가솔린 엔진이기 때문에 동일 프로펠러에 대하여 엔진의 최대 회전수에

해당하는 지점에 최적화 되어 있기 때문이다. 이 때문에 소형전자점화장치의 초기형태이면서 성능 시험용으로 그림 5의 보드형 전자점화장치를 제작하였다. 보드형 전자점화장치는 전자점화제어용 보드에서 엔진의 회전수와 흡기부압 측정정보를 측정하여 '엔진 회전수-흡기부압 table'에 따라 메모리에 미리 저장된 점화진각값을 읽어 점화신호를 C.H Ignition 전자점화장치의 코일부를 통해 점화하는 방식이다. 즉 전자점화를 위한 측정과 계산 및 제어는 제작된 전자보드에서 수행하지만 전압의 승압과 최종점화는 상업용 전자점화장치의 하드웨어를 그대로 이용할 수 밖에 없는 구조이다.



그림 5. 보드형 전자점화장치회로도

보드형 전자점화장치는 개조된 가솔린 엔진의 전자점화를 위해서 점화진각값에 대한 기본적인 '엔진회전수-흡기부압 table'만을 메모리에 저장하고 있었기 때문에 보다 정확하고 최적의 공연비를 가질 수 있는 점화진각값을 설정하기 위해서 그림 6의 점화성능시험장치를 제작하였다. 기본적인 원리는 보드형 전자점화장치와 같으나 엔진의 측정된 엔진 회전수값과 흡기부압 및 Hall sensor의 위치값 등을 사용자가 엔진의 성능시험시 확인할 수 있도록 구성하였고 점화진각을 사용자가 수정이 가능하다. 또한 엔진성능시험시 측정되는 다른 물리적 정보들과 함께 데이터로 저장하기 위하여 시리얼통신을 통하여 PC와 연결되도록 되어 있다. 그림 7은 내부인터페이스에 대한 개념도이며, 그림 8은 점화성능시험장치의 회로도이다.



그림 6. 점화성능시험장치

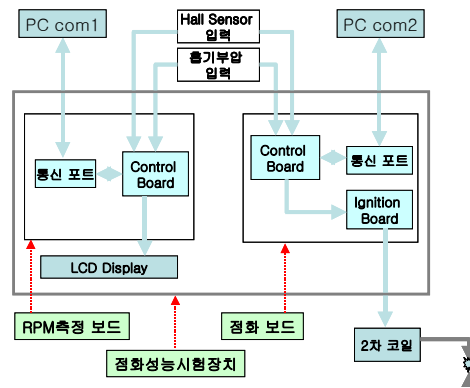


그림 7. 내부인터페이스

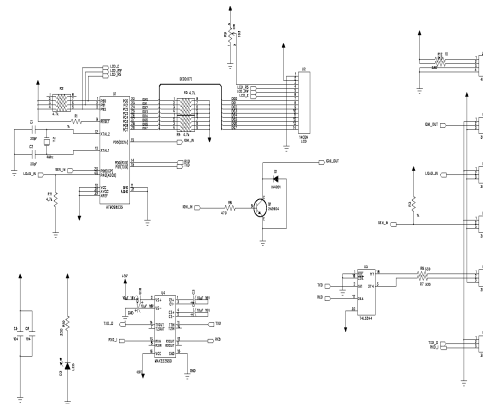


그림 8. 점화성능시험장치 회로도

자동차에 사용되는 일반적인 가솔린 엔진의 최적점화는 그림 9^[2]에서와 같이 엔진의 회전수와 흡기부압 관계 및 기타 피드백 정보에 따라 점화진각이 결정되는 table형식으로 회로가 구성

된다. 앞서 설명된 점화성능시험장치를 이용한 개조된 가솔린 엔진의 성능시험을 통하여 엔진 회전수와 흡기부압을 측정하면서 가솔린 엔진의 최적 공연비에 해당하는 환경의 점화진각을 찾아 최적의 점화진각 및 '엔진 회전수-부압 table'을 작성하였고 이 값을 메모리에 저장하였다. 그림 10은 엔진회전수와 흡기부압 정보를 토대로 작성된 해당 엔진의 점화진각 data table을 기억하도록 AVR 4433을 이용하여 최적의 점화시기에 엔진점화가 이루어지도록 제작된 일체형 전자점화 장치의 구성도이다. 점화진각 table의 예를 그림 11에 나타내었다.

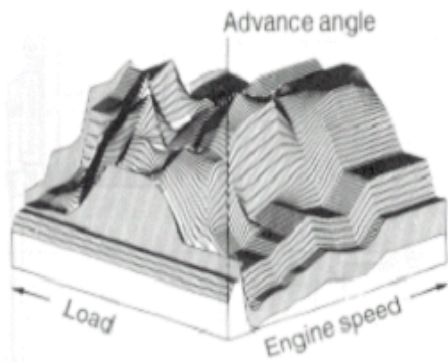


그림 9. 점화진각 Table

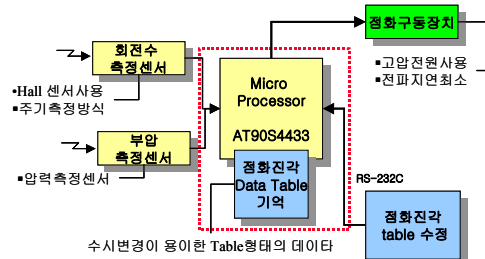


그림 10. 전자점화장치 구성도

Engine Speed (rpm)	Load (%)	Ignition Advance (degrees)
1000	10	15
1000	20	18
1000	30	20
1000	40	22
1000	50	25
1000	60	28
1000	70	30
1000	80	32
1000	90	35
1000	100	38
1200	10	18
1200	20	20
1200	30	22
1200	40	25
1200	50	28
1200	60	30
1200	70	32
1200	80	35
1200	90	38
1200	100	40
1400	10	20
1400	20	22
1400	30	25
1400	40	28
1400	50	30
1400	60	32
1400	70	35
1400	80	38
1400	90	40
1400	100	42

그림 11. 메모리 내의 점화진각 table

소형무인기에 실제로 장착하여 비행할 수 있는 크기와 무게를 유지하기 위하여 기관 및 전자부품의 소형화를 통하여 그림 12의 일체형 소형전자점화장치를 제작하였다. 일체형 소형전자점화장치를 구동하는 회로 및 부품은 모두 국내에서 구입이 가능한 부품들이며 1차코일과 2차코일 또한 국내의 전자, 기계 상가의 제조업체를 통하여 제작되었으나 대량생산을 원하는 제조업체와의 단가문제로 어려움을 겪었다. 최종적으로 1/8 inch의 점화플러그와 점화캡 부분은 국내에서 제작하기에는 수량과 원가의 문제 때문에 외국에서 수입하였으나 기술적으로는 제작에 어려움이 없다. 그림 13은 일체형 소형전자점화 장치의 회로도이다.



그림 12. 일체형 소형전자점화장치

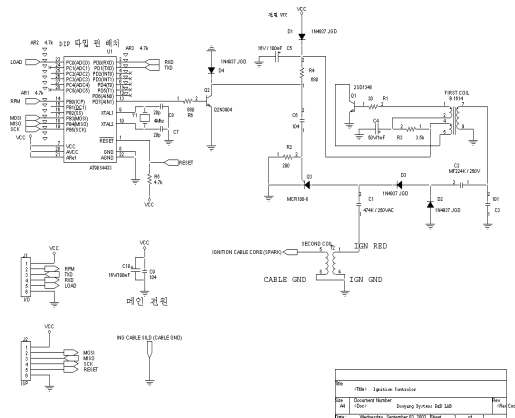


그림 13. 일체형 소형전자점화장치 회로도

일체형 소형전자점화장치는 엔진의 최적점화가 이루어질 수 있도록 가솔린 엔진의 회전수와 흡기부압의 관계에 따라 저장된 점화진각값이 변화하면서 스파크 점화를 일으키게 된다. 비슷한 배기량의 가솔린 엔진은 점화진각값의 변화가 크지 않지만 엔진의 조건과 엔진에 부착되는 프로펠러에 따라 약간의 조정이 필요한 경우가 생길 수 있다. 결국 소형전자점화장치에 저장되어 있는 점화진각 table은 적용되는 엔진에 따라 조금이나마 수정이 불가피하다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위하여 점화진각을 사용자가 PC를 이용하여 수정이 가능하도록 하였다. 그림 14는 일체형 소형전자점화장치의 점화진각값을 수정하는 프로그램이다. 일체형 소형전자점화장치 메모리에는 회전수-흡기부압 table에 따른 점화진각값이 저장되어 있으므로 이 값들을 확인하고 수정할 수 있도록 통신프로그램을 개발되었다. 통신프로그램의 작동은 Com 포트를 설정하고 통신속도를 결정한 뒤 테이블 내의 점화진각값을 사용자가 변경시킨 후 '수정 데이터 보내기' 명령을 통하여 메모리 내의 값을 수정하게 된다.

일체형 소형전자점화장치는 운용시험 중 하드웨어의 문제점이 있는 것으로 확인되었다. 회로를 구성하고 있는 부품들 중 2차코일은 10,000V 이상의 고압이기 때문에 2차코일과 접합되는 절연전선 주위에는 다른 전도성 부품이 있으면 안 되는데 근처 부품들이 조밀하게 배치되어 있기 때문에 스파크 플러그에서 점화가 이루어지기 전에 회로 기판내에서 스파크가 일어나는 경우가 발생하였다. 결국 전자부품의 파손과 가솔린 엔진의 성능저하로 나타났고 안전사고의 위험을 막기 위하여 절연체를 이용하여 부품들을 격리할 수 있도록 하였다. 앞서 상업용 전자점화장치의 경우 제어용 보드와 스파크점화 출력단의 고전압용 코일이 서로 같은 전자기판에 있지 않고 분리되어 있는 이유가 여기서 확인되었다.

일체형 소형전자점화장치는 소형무인기용 가솔린엔진에 적용이 가능하도록 충분히 작은 크기와 엔진 운전에 필요한 성능을 보유하고 있으나 보다 사용자 편의를 도모하고 성능의 향상을 위하여 몇 가지 불편사항들을 보완하여 소형전자점화장치로 제작되었다.

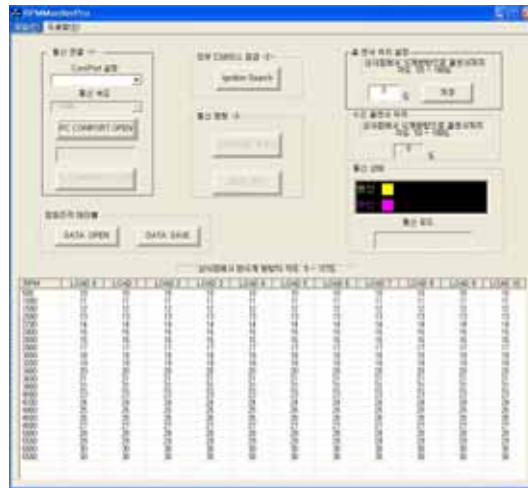


그림 14. 통신 프로그램

먼저, 홀센서의 엔진 부착위치를 개선하였다. 소형전자점화장치의 작동은 엔진 크랭크축에 연결된 회전체면 위의 소형자석이 HALL 센서를 지나가면서 센서가 신호를 감지하여 피스톤의 상사점을 알아내고 이 정보를 바탕으로 2차코일 충전을 위한 Dwell angle값을 계산한다. 또한 자석의 회전속도가 엔진회전수가 되므로 HALL 센서의 측정값과 부압을 측정하여 최적의 점화진각에서 점화를 일으키게 된다. 일체형 소형전자점화장치에서는 HALL센서의 위치를 엔진을 정면으로 보았을 때 피스톤의 상사점전 43° 지점에 해당하는 위치에 부착하였다. 이는 dwell angle값을 고려하여 정한 값이었으나 사용자가 43°를 확인하여 HALL 센서를 부착하는 것이 어려우며 최적점화에도 영향을 주는 것으로 나타났다. 개선된 소형전자점화장치에서는 HALL 센서의 위치를 피스톤 상사점 후 53°~180° 사이에서 자유롭게 장착이 가능하도록 펌웨어를 수정함으로써 사용자의 편의성을 높였다.

ProSpark사의 제품이나 C.H. Ignition사의 전자점화장치를 사용하여 엔진을 작동시킬 경우 앞서 설명한 것처럼 idle 운전이나 최대 스로틀 운전상태에서는 엔진이 양호한 특성을 보이거나 중간엔진회전수에서는 일정한 회전수를 유지하지 못하고 회전수가 조금씩 변하는 현상으로 인해 안

정적인 운전에 영향을 미친다. 일체형 소형전자점화장치 역시 이전의 엔진회전수를 기준으로 다음번의 스파크점화진각을 결정하기 때문에 엔진회전수가 1,500 ~ 6,500 rpm 영역인 개조엔진에 적용한 시험결과 3,500 ~ 4,500 rpm 영역에서 안정적인 엔진회전수를 갖지 못하였으며 idle rpm에서 최대 회전수로 급격한 스로틀 변화명령에 대하여 엔진이 꺼지거나 제대로 명령변화를 따라 가지 못하는 현상이 발생하였다. 이러한 특정영역에서의 운전안정성 향상과 전 운전영역에서의 스로틀 명령변화에 대한 엔진회전수의 변화능력을 향상시키기 위하여 이전 엔진회전수의 평균값으로 다음 엔진회전수에서의 점화진각값을 선택하는 방법을 택하였다. 먼저 4개, 8개, 16개 및 32개의 이전 엔진회전수 샘플을 획득하여 이 평균값을 가지고 다음 회전의 점화진각 값을 찾는 시험을 지속한 결과 문제가 되었던 중간 엔진회전수에서의 안정성이 향상되었다. 스로틀 변화에 대하여 엔진의 운전이 적절히 변화되는지를 알아보는 성능시험에서는 그림 15에서와 같이 엔진 스로틀 변화 명령(그림의 rpm축)에 대하여 엔진회전수의 반응(그림의 반응속도축)이 차이가 났다. 샘플을 4개 평균했을 때가 가장 빠르게 스로틀변화에 반응하는 반면 32개를 평균했을 때는 스로틀 변화가 일어난 한참 후에 엔진의 회전수가 서서히 증가하는 결과를 나타내었다. 결국 엔진운전의 안정성과 스로틀 명령에 대한 출력반응의 두 조건을 모두 만족시키기 위하여 소형전자점화장치의 회전수 샘플링 개수는 4개로 정하였다. 물론 엔진의 특성 변화는 전자점화장치 이외에도 흡기관의 종류와 크기에 따라 영향을 받지만 전자점화장치의 점화진각 및 펌웨어의 수정만으로도 큰 향상을 기대할 수 있다.

일체형 전자점화장치는 하나의 SMD 보드위에 주변 디지털/아날로그 회로, 1차코일 및 2차코일이 모두 장착되게 된다. 전원은 5V를 입력전원으로 사용하지만 1차코일을 통해 출력된 전압은 450V가 넘으며 2차코일의 출력전압은 10,000V 이상이 된다. 출력전압의 차이는 보드가 커서 부품간 거리를 멀게 하면 큰 영향을 받지 않겠지만 서로 가까이 위치하므로 앞서 설명된 2차코일주

위의 부품들과의 고전압 스파크가 발생할 위험을 항상 안고 있게 된다. 결국 2차코일을 보드에서 분리하여 그림 16과 같이 두 부분을 분리하여 제작하게 되었으며 소형무인기에 최소의 탑재공간을 차지하기 위하여 주요 아날로그 소자를 변경하고 소형화 제작을 하였다. 소형전자점화장치는 더욱 작게 만들어 졌으나 안전성은 높이고 사용자의 편의성은 그대로 확보된다.

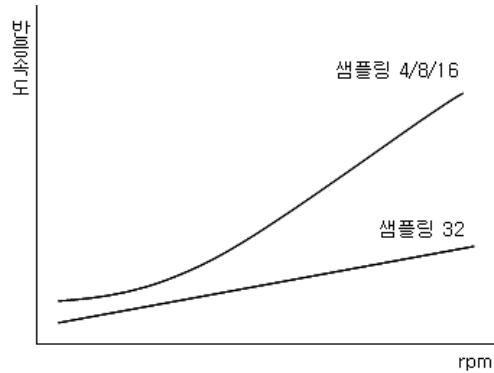


그림 15. 엔진회전수 계산변화



그림 16. 전자점화장치의 소형화 개선

소형무인기에 사용하기 위해 글로우 엔진을 개조한 가솔린 엔진용 소형전자점화장치는 R/C 모형항공기와 소형무인기의 가솔린 엔진용 전자점화장치 시장에서의 활용성을 높이고자 일부 전자부품을 개선하여 2행정 가솔린엔진에 적용한 실험을 하였다. 그림 17은 "ZENOAH G260PU" 엔진에 일체형 전자점화장치를 이용하여(2차코일은 분리) 실험하는 장면이며 이 엔진의 배기량은 26cc이며 '40 : 1의 가솔린 : 윤활유'의 비율로 연료를 섞어 사용하는 2행정 가솔린 엔진으로 대공사격용 표적기에 사용이 되고 있다. 실험결과에 대한 정량적인 데이터를 측정하기 않아 구체적인 자료를 제시하기는 어려우나 엔진의 운전에 있어

서는 타 엔진에도 활용이 가능함을 입증하였다.

3. 결 론

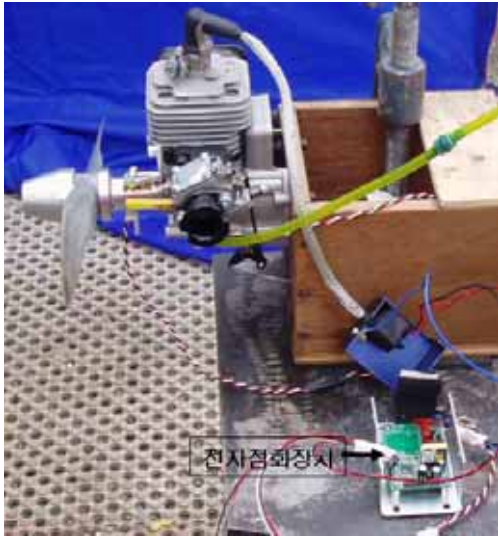


그림 17. ZENOAH 가솔린엔진 적용

개발된 소형전자점화장치는 고효율의 항공센터에서 두루미 소형무인기의 개조된 가솔린 엔진에 적용하여 비행시험을 수행하였다. 그림 18은 소형무인기의 비행시험 중 지상관제시스템에서 측정되는 비행정보를 도시한 것으로 비행이 3시간 이상 수행되고 있음을 확인할 수 있으며 4,500 rpm, 85 kph 로 장기체공을 위한 중간속도의 비행을 위해 전자점화장치가 작동하는 것을 확인하였다.



그림 18. 비행시험

소형무인기용으로 개조된 가솔린 엔진에 장착하기 위하여 개발된 전자점화장치 개발과정과 수정내용을 기술하였다. 스파크 점화를 이용하는 가솔린 엔진의 연비향상을 위해서는 연소실내에서 최적점화가 이루어지도록 하는 것이 필수적이므로 소형전자점화장치는 소프트웨어 및 하드웨어 수정을 통하여 소형, 경량의 형태로 소형무인기용 가솔린엔진에 적합하게 개발되었다. 주요 특징은 엔진 회전수와 흡기부압과의 관계 테이블에서 최적의 점화진각을 선택하여 스파크점화를 할 수 있다는 것과 PC와의 통신을 이용해 점화진각값과 HALL센서의 초기 위치값을 조정하여 가솔린 엔진의 특성에 따라 적응력을 높인 점이다. 또한 제작에 필요한 모든 부품을 국산화하였으며 국내 소형무인기 개발에 필요한 동력장치로서 가솔린 엔진에 필수적인 전자점화를 위한 핵심기술을 보유하게 되었다.

후 기

본 논문은 과학기술부가 지원하는 민군겸용기술개발사업인 ‘모형엔진을 활용한 소형무인기용 4행정 가솔린 엔진 개발’ 과제의 수행결과물의 일부입니다. 관계자 여러분께 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 구삼욱 외, 모형엔진을 활용한 소형무인기용 4행정 가솔린엔진 개발, 한국항공우주연구원, 2003.7.31.
2. Tom Denton, Automobile Electrical & Electronic Systems, London, ARNOLE, 1995, p.122.