

# 電子部品

월간 전자부품 / 통권 269호 / 등록일자 1988년 1월 14일 / 등록번호 라-3407호 / 서울특별시 금천구 가산동 371-28 우원라이온스빌 C-501 / 전화 02-2026-5700(내선) 팩스 02-2026-5701 / 값 10,000원

ELECTRONIC PARTS & COMPONENTS

# EP&C

# 07

## 2010

ISSN 1227-917X

THE ENGINEERING MAGAZINE FOR ELECTRONIC COMPONENTS INDUSTRY

www.epnc.co.kr

■ **특집** 자동차 전장 부품 및 기술 동향 I



제 8회 「우수잡지」 선정  
제 34회 「한국잡지언론상」 경영상 수상

Technology Trend  
Technology Focus  
Technical Report

A-GPS 혁명에 따른 소비자 시장의 끊임없는 변화  
정전용량 터치 사용자 인터페이스 추가하기  
IC 패키지/PC 보드 설계의 열적 무결성 확보

## 설계 엔지니어가 첫 번째로 방문하는 곳!



# WWW.DIGIKEY.KR

© 2010 Digi-Key Corporation



## 스텝퍼 모터로 쉬워진 자동 HVAC 공기 재순환

자동 공기 재순환 밸브는 자동차 연료비 절감에 일조 할 수 있다. 기존의 플랩 액추에이터 기술은 재순환 밸브와 같은 동작 요구 조건들을 고려하여 논의되어 왔다. 브러쉬 DC 모터와 유니폴러 스텝퍼 모터 모두 일부 기술 요구 조건들과 호환되지 않음을 보여줬다. 새로운 드라이브와 결합된 바이폴러 스텝퍼 모터 밸브는 미래의 공기 재순환 밸브의 고품격 동작 요구 조건들을 충족시킬 최고의 기술 솔루션을 제공한다.

글: Bart De Cock and Steven De Preter  
온세미컨덕터 / [www.onsemi.com](http://www.onsemi.com)

대부분의 경우 자동차 HVAC 시스템에 신선한 공기가 지속적으로 차체 안에 유입된다. 대체적으로 운전자는 재순환 개폐 여부를 선택할 수 있다. 재순환 모드에서는 하이엔드 HVAC 시스템이 차체의 공기 파라미터를 모니터하고 에어컨을 통해 공기를 차체 안으로 재순환시켜 운전자 또는 시스템 스펙이 지정한 공기 파라미터를 준수하기 위해 신선한 공기 흡입을 최소한으로 제한한다.

이러한 자동 재순환으로 HVAC 시스템에 의한 연료 소모를 35%[1]까지 줄일 수 있다. HVAC 시스템은 온도 상태 및 운전 사이클에 따라 100킬로미터[1]당 3리터의 연료를 소모하게 된다. 자동 재순환 기능으로 가장 이득을 보는 대상은 로우엔드 HVAC 시스템을 장착한 대형차들이다. 하지만 HVAC 연료 소모율이 비교적 높으므로 고성능 엔진에 낮은 배출량을 가진 중/소형차에도 공기 재순환 플랩이 효과적이다.

반/전자동 HVAC 시스템을 장착한 자동차들이 점점 더 많이 출시될 것으로 보인다. 동시에 이산화탄소 냉각이 부각됨에 따라 차체 내 추가 센서 부착이 필요하게 된다. 이러한 흐름으로 볼 때 이산화탄소 및 현존하는 기타 프레쉬 에어 센서 기술이 로우 스펙 HVAC 시스템의 소형차에 더욱 재사용될 것이다. 자동 재순환 장치 기능의 센서 측면이 해결되었어도 플랩 모터와 관련된 문제점들은 여전히 풀어가야 할 숙제이다.

### 자동 공기 재순환 컨트롤 시스템

HVAC ECU(Electronic Control unit)는 차체 내에 필요한 탄소 레벨을 유지시키기 위해 신선한 공기 규제 컨트롤 루프를 닫고 재순환 플랩 액추에이터를 동작한다(그림 1). 순환 플랩의 동작 횟수는

최대 탑승자 수, 차체 내부의 최소 공기량 및 필요한 이산화탄소 레벨에서 최대 가능 편차에 따라 변한다. 예를 들어 5명의 탑승자가 3입방미터의 차체 공간에 있다면 30초 동안 이산화탄소를 100ppm까지 끌어 올리게 된다.

공기 재순환 컨트롤 루프는 “맑은 공기 흡입구”의 압력 및 대기 속도 변화를 보상하기 위해 저속 간섭을 필요로 한다(그림 1). 도시 주변에서 운전 속도에 따라 이러한 일이 종종 발생한다. 태양 복사열에 의한 변동을 취소시키기 위해 공기 흐름은 자동 송풍기 속도 조절기

로 변화된다(예: 구불어진 길 또는 빌딩, 나무 또는 구름에 의한 그늘)

공기 재순환 플랩 액추에이터는 소형의 모터로 구동되는 밸브로서 ECU 내부의 드라이버에 의해 동작된다. 안정적인 컨트롤 알고리즘을 위해 플랩 위치가 명확해야 하며 위치 피드백도 필수이다. 컨트롤 시스템이 종종 액추에이터 위치를 재조정하기 때문에 모터의 무접촉 동작과 무센서 위치 피드백이 필요하다.

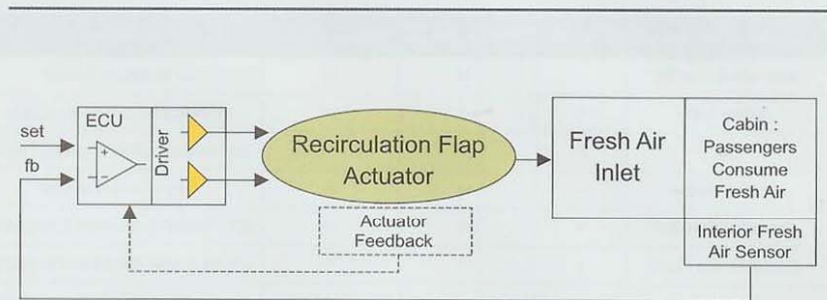


그림 1

자동 재순환 시스템

## 재순환 플랩 기술

재순환 공기 플랩은 HVAC 공기 플랩을 움직이는 솔루션 중 하나이다. 플랩 액추에이터에 사용된 모터는 여러 종류이므로 모터 컨트롤의 세부 사항 및 기능은 서로 다르다. 다음에서는 일반적으로 사용되는 세 가지 타입의 모터에 대해 논의하기로 하자.

브러시드 DC(BDC) 모터는 비교적 저렴한 기술로 만들어지지만, 드라이버에서 모터 터미널까지 두 선만 사용된다. 양방향성 드라이브는 두개의 트랜지스터 하프 브릿지로 구성되어 BDC 모터 제어가 간단하다. 공기 재순환 플랩을 이용한 위치 피드백이 필수일 경우 위치 센서가 추가되어야 한다. 여러 센서들 중 가장 많이 사용되는 것이 가변저항(포텐서미터)이다. ECU 와이어 관련 부품과 전기 커넥터의 크기에 따라 시스템 비용이 좌우된다. 염두에 두어야 할 사항은 브러쉬와 전환기가 마모되기 쉬운 BDC 모터의 일부라는 점이다. 공기 재순환 플랩의 잦은 동작으로 인한 브러쉬 기능의 저하는 BDC 모터에 장착된 재순환 플랩의 장기 기계적 신뢰성에 응력상태를 주게 된다.

단극 폴러 스텝퍼 모터는 구간 당 두 와인딩이 있다. 이 와인딩은 ECU와 전기적으로 연결되어 있는데 BDC 모터 솔루션을 포함하여(센서 위치 피드백과 함께) 5개의 와이어를 필요로 한다. 모터로 구동되는 밸브의 단극폴러 스텝퍼 모터 선택 여부는 저렴한 드라이브 IC 또는 드라이브 서킷(예: 4 로우 사이드 드라이브 서킷) 여부에 따라 좌우된다. 단극 폴러의 한 가지 단점은(기본적으로 이 단극 폴러 스텝퍼 모터는 모터를 구동하는데 필요한 구리 양의 두 배를 운반한다) 와인딩의 반으로만 동력이 공급된다는 것이다.

바이폴러 스텝퍼 모터는 구간 당 하나의 와인딩을 가진다. 단극 폴러 모터에 비해 와인딩의 구리 함량이 비슷한 모터 특성을 가진 바이폴러 모터의 반만을 차지하므로 크기 및 무게의 장점이 있다. 두 와인딩은 4와이어의 ECU와 전기적으로 연결되어 있다. 일반적으로 바이폴러 스텝퍼 모터는 하나당 각각의 와인딩으로 듀얼 풀 브릿지 혼합 트랜지스터에 의해 구동된다. BDC 및 단극 폴러 스텝퍼 아키텍처와 비교하면 새로운 바이 폴러 스텝퍼 모터 액추에이터 기술은 시스템 반사 비용 없이 최적화된 혼합 기능처럼 더 나아진 시스템 이점을 제공하는 균형



Actuator Characteristic	Brush DC	Unipolar Stepper	Bipolar Stepper	Comment
Wear-Out & Durability	-	++	++	no brushes in stepper
Audible Noise	-	+	++	microstepping in bipolar stepper
EMC	-	+	+	commutation sparks in brushed motor
Holding Torque	-	++	++	hold-current in stepper
Sensorless Operation	+	++	++	BDC requires pulse-count if sensorless
Cost of Control Circuit	+	++	-	unipolar requires only 4 low-side switches
Cost of motor	++	-	++	unipolar stepper has 2x Cu vs. bipolar
Number of Wires	2 to 5	5	4	
Stall Detection	++	-	++	recently developed for bipolar stepper
High-speed flap closing	++	-	++	recently developed for bipolar stepper

표 1

액추에이터 기술 요약

때와 같이 운전 중에 도달한다. 클로즈 룩(또는 가상 클로즈 룩)에는 정지 상태가 한 번씩 일어난다. 정지 감지기는 풀 클로즈 플랩 상태에서 시작되는 새로운 상태를 표시한다. 이렇게 함으로써 가장 작은 플랩 오프닝이 정확하게 유지되고 반복적으로 도달하므로 비례 제어 효과를 얻을 수 있다. 이 방법이 기존 방법보다 더 많은 장점이 있어 카운팅 스텝을 기반으로 오픈 룩 위치 선정을 이용한다.

시험 시 엔드 스톱에 도달했는지를 확인하기 위해 스텝퍼 모터는 예상 엔드 스톱 상태 몇 단계 이전에서 구동되어야 한다. 이는 외부 소음이나 기계, 전자 소모에 따른 블록 모터를 야기한다. 하나의 풀 스텝에서 엔드 스톱을 감지하는 소자는 소음과 진동을 정지 상태에서 피할 수 있다. 싱글 풀 스텝에서 정지 감지기는 회전자 및 고정 자기장의 동기화를 가능케 한다. 그렇게 함으로써 고정자의 AC 자기장으로 인한 회전자 소모 때문에 발생하는 자기 마모에 따른 피해를 줄이며 안정적인 액추에이터 토크 수명을 보장한다.

외부 센서가 오염된 외부 공기를 감지해 재순환 플랩이 빠르게 닫혀야 하는 경우 스피드에 따른 위치 선정이 중요하다. 백 emf 신호는 스피드 모터 드라이브 알고리즘을 이용하여 스텝퍼 모터의 스피드별 동작을 가능케 한다. 그렇게 함으로써 공급 전압을 빠르게 회전시키며 로드 가능한 스텝퍼 모터는 브러쉬 DC 모터 액추에이터의 장점에 도전하게 된다. 스텝퍼 모터는 가장 빠른 스피드에서 구동할 수 있으며, 자동적으로 속도를 액추에이터 및 플랩 특성(예: 로드)에 전달한다. 속도 전달 동작에서 무센서 정지 감지기가 오류를 최소화하며 동작한다. 이러한 알고리즘은 초당 1000 풀 스텝까지의 속도를 가능케 한다.

### 플랩 액추에이터 기술 요약

표 1은 지금까지 설명된 플랩 액추에이터 기술을 사용하기 쉽게 요약하였다. 브러쉬 DC 및 단극 풀러 스텝퍼 모터의 장/단점을 보여주고 있다. 새로운 바이폴러 스텝퍼 모터 기술은 지금까지 검토된 것 중 가장 경쟁력이 있다. HVAC 시스템 제조 업체들은 이 기능을 선택 적용할 수 있다. 시스템 레벨 비용은 세 개의 액추에이터 타입과 비교되지만, 모터 드라이브 구매비용만 보았을 경우, 제조업체들은 차선 솔루션을 채택할 수 있다.

### 새로운 재순환 플랩 드라이브 IC

위에 서술한 바와 같이 바이폴러 스텝퍼 모터를 구동하는 집적회로 기술이 현재 가능하다. IC와 같은 전형 블

잡힌 솔루션이다. 바이폴러 스텝퍼 모터에는 가상 센서가 탑재되어 있고, 주행 시 / 정지 상태 등과 같은 모터의 동작 모드가 백 전기 기계력 또는 bemf 시그널 모니터링 시 제외될 수 있다.

### 가상 센서의 이점

bemf 시그널 기반의 임베디드 정지 감지 알고리즘은 플랩의 엔드 스톱 시점을 정확하게 감지한다. 일반적으로 엔드 스톱은 플랩이 거의 닫힌 상태에서 동작할

록 다이어그램은 아래 그림 2와 같다. IC는 ECU에 내장되어 있고, 두개의 풀 H 브릿지는 바이폴라 스텝퍼 모터의 두 구간을 구동시킨다. ECU 마이크로컨트롤러는 SPI 인터페이스와 특정 전용 신호 세트를 이용하여 IC와 통신한다.

드라이브에 내장된 전류 트랜슬레이터 테이블은 와인딩에 정확한 전류를 적용시킨다. 마이크로 트롤러는 와인딩 전류의 피크 값, 마이크로 스톱 모드 및 움직임의 디폴트 방향을 정하는 SPI 레지스터를 한번 설정한 후 트랜슬레이터 테이블을 통해 IC에 “다음” 신호를 적용할 수 있다(그림 2의 NXT 핀 참조). 모터 드라이브는 전적으로 풀 스텝, 하프 스텝 또는 사인 곡선적 마이크로 스텝 모션용 요청 전류 웨이브폼을 선택적으로 발생시킨다. “다음” 펄스를 적용시키는 속도로 모터 움직임의 속도를 알 수 있다

간단하면서도 효과적인 정지 감지 알고리즘이 SPI 버스로 작동시킬 수 있다. 이 칩은 또한 최고 속도에서 재순환 플랩을 차단하는 속도 조절 기능을 지원한다. 적당한 진단 기능이 내장되어 모든 에러 상태를 감지하며 시스템 및 IC 손실을 막는다. 또한 이 IC에는 에러 시 마이크로컨트롤러에 경고를 나타내는 인터럽트 출력 핀이 있다(그림 2 ERRB 참조).

## 결론

자동 공기 재순환 밸브는 자동차 연료비 절감에 일조할 수 있다. 기존의 플랩 액추에이터 기술은 재순환 밸브와 같은 동작 요구 조건들을 고려하여 논의되어 왔다. 브러쉬 DC 모터와 유니폴러 스텝퍼 모터 모두 일부 기술 요구 조건들과 호환되지 않음을 보여줬다. 새로운 드라이브와 결합된 바이폴라 스텝퍼 모터 밸브는 미래의 공기 재순환 밸브의 고품격 동작 요구 조건들을 충족시킬 최고의 기술 솔루션을 제공한다. **E**

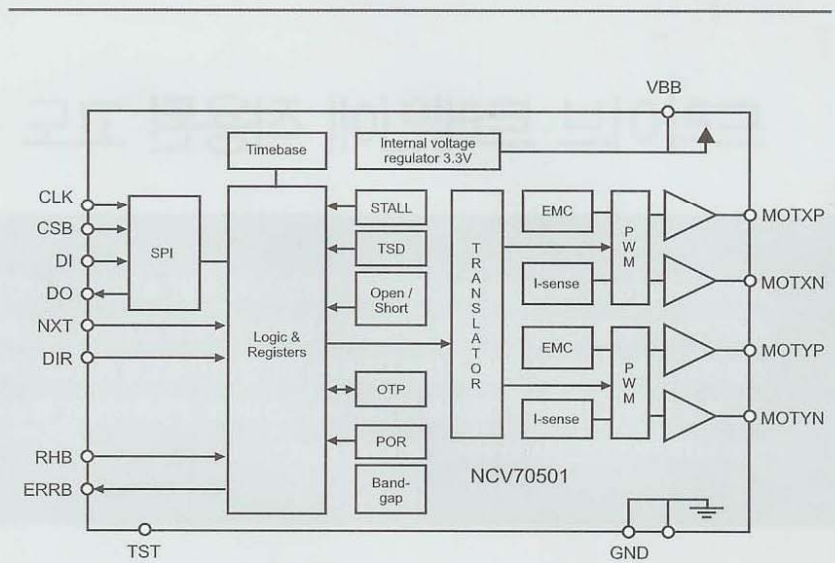


그림 2 바이폴라 스텝퍼 모터 드라이브 IC(NCV70501) - 블록 다이어그램

## 참고문헌

- (1) Thomas E. J. Heckenberger, Peter Kroner, Marcus Weinbrenner, Ralf Manski, Andreas Kemle and John Tepas : "Contribution of the Air Conditioning System to Reduced Power Consumption in Cars", Convergence 2008, Detroit, Michigan, October 20-22, 2008.
- (2) Christiam Gasparini and Johannes Vorenholt: "Stepper Motor Resonance Measurement Setup with the AMIS-3052x/NCV7052x Evaluation Kit", www.onsemi.com, AND8371/D, Feb-2009.

## • 용어해설

HVAC: Heating, Ventilation and Air-Conditioning  
IC: Integrated Circuit

ECU: Electronic Control Unit  
BDC: Brush(ed) Direct Current(motor)  
AC: Alternating Current

Bemf: Back-Electro-Mechanical Force  
SPI: Serial Peripheral Interface