

DC/DC 컨버터에서 Duty Feedback을 이용한 새로운 센서리스 제어기법

李東潤, 魯炯柱*, 玄東石

A New Sensorless Control Scheme Using Simple Duty Feedback Technique in DC/DC Converters

Dong-Yun Lee, Hyeong-Ju Noh, and Dong-Seok Hyun

요 약

본 논문은 DC/DC 컨버터에서 스위치의 듀티 신호를 피드백 하는 방법을 이용한 새로운 센서리스 제어 기법을 제안하고자 한다. 제안된 제어 기법은 다음과 같은 특성들을 가지고있다. 먼저, 전류를 피드백 하는 대신 스위치의 듀티 신호만을 피드백 하면서도 전류제어 기법과 동일한 동작특성을 보여줄 뿐만 아니라 스텝 천이에 의해 입력 전원측에 변동이 발생하거나 직류 입력전원이 고조파성분을 포함하고 있는 경우 기존의 센서리스 전류 제어 기법 보다 훨씬 우수한 과도기 응답성능을 갖는다. 또한 제안한 제어기법은 전류센서를 사용하지 않으므로 우수한 노이즈 특성 및 간단한 제어회로를 갖게 되며 모든 DC/DC 컨버터에 적용 가능하다. 본 제어기법의 개념 및 동작원리가 상세하게 설명되고 있으며 제안된 제어기법의 타당성을 검증하기 위해 시뮬레이션 및 실험을 수행하였다.

ABSTRACT

This paper presents a new sensorless control scheme using simple duty signal feedback technique in DC/DC converters. The proposed Duty Feedback Control(DFC) has the characteristics that they show the same as operation performance of current mode control by using duty feedback technique without current sensor as well as present faster dynamic response performance than conventional Sensorless Current Mode(SCM) control in case that input source is perturbed by step change or DC input source includes the harmonics. Also, the proposed control scheme has good noise immunity and simple control circuits since they have one feedback loop, and can be applied to all DC-DC converters. The concept and control principles of the proposed control scheme are explained in detail and the validity of the proposed control scheme is verified through several interesting simulated and experimental results.

Key Words : Duty Feedback Control(DFC), Sensorless Control Scheme(SCM), Current Mode Control, Faster dynamic response performance

1. 서 론

*한양대학교 전자공학과 석사과정
E-mail : onnuri7725@hotmail.com

접수일자 : 2001.12.18

1차심사요청일 : 2001.12.28 2차심사요청일 : 2002. 8.16

심사완료일 : 2002.10. 9

일반적으로 전력변환기의 제어는 제어대상을 피드백 함으로써 발생하는 노이즈에 대해 강인해야 되고 제어 회로 설계가 간단해야 하며, 또한 우수한 과도상태 특성을 갖는 것이 바람직하다. 따라서, 최근 이러한 특성

들을 개선하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다 [11-16].

이중에서, 기존의 전압제어 기법에서는 시비율이 전압제어 루프의 오차신호를 감소시키기 위해 선형적으로 변조 (Modulation)된다. 이 제어방법은 한 개의 피드백 루프만을 갖기 때문에 단순한 제어회로를 구성하며 비교적 노이즈에 대해 강한 특성을 갖는다. 그러나 만약, 전원 측에 전원변동이 발생한 경우, 출력전압이 바뀐 다음 시비율이 새로운 값으로 바뀌게 되므로 과도기 응답성능이 현저히 저하되며 이로 인해 출력전압에 상당한 과도기 오차가 나타나게 되는 심각한 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 최근 전류제어 루프를 포함한 전류제어 기법들이 많이 연구되어지고 있다^[2].

전류 제어기법은 피크전류 제어기법과 평균전류 제어기법이 있다. 이 제어방식에서 스위치는 일정주파수 클럭 신호에 의해 턴-온 된다. 먼저 피크전류 제어방식에서는 스위치전류가 오차 신호에 도달할 때, 그리고 평균전류 제어방식에서는 평균전류가 삼각파 신호와 교차할 때 스위치가 턴-오프 된다. 이 두 가지 제어기법은 기존의 전압제어방식에 비해 보다 간단한 보상회로 및 보다 큰 이득 대역폭을 제공할 수 있다. 따라서, 과도기 응답성능은 기존의 전압제어방식 보다 훨씬 개선된 특징을 갖는다^{[1][2]}. 하지만, PWM 비교기의 두 입력 파형의 기울기가 서로 부적절한 관계를 이루게 되면 출력전압의 파형에 진동 (Oscillation)이 발생되어 제어가 불안정하게 된다. 따라서 이를 해결하기 위해 인위적인 기울기 보상을 필요로 한다. 또한 전류센서 사용에 따른 부가적인 비용, 두 개의 피드백 루프에 따른 제어회로의 복잡성, 그리고 스위치 온-오프 시 발생하는 노이즈 스파이크에 대단히 취약한 단점들을 가지고 있다.

최근에는 센서리스 전류 제어 기법이 활발히 연구되어지고 있다^{[3][16]}. 이러한 센서리스 전류 제어 기법은 보통 관측기를 근간으로 하는 기법 (An observer-based technique)을 이용하여 평균전류를 관측하고 이 관측된 전류신호가 삼각파 신호와 교차하게 되면 스위치가 턴-오프 되는 방식이다. 이 제어기법은 전류센서를 사용하지 않고서도 전류제어방식과 동일한 동작특성을 보이며 또한, 실제 신호가 아닌 관측된 전류신호를 이용하므로 노이즈 특성이 우수하다. 하지만 입력전원측에 전원변동이 발생하거나 직류 입력전원에 고조파성분이 포함된 경우 적분기의 적분시간 지연에 의해 한 주기 이내에 순시 과도기 제어가 이루어지지 않

으므로 출력전압의 파형에 전형적인 과도기 오차가 발생되어 과도기 응답성능이 저하되는 문제점이 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에는 새로운 센서리스 제어기법인 듀티 피드백 기법 (Duty Feedback Control Technique)을 제안하고자 한다. 제안한 기법은 기존의 센서리스 전류 제어기법이 가지고 있었던 장점들 뿐만 아니라 입력 전원측에 스텝천이에 의한 전원변동이 발생하거나 직류 입력전원에 고조파성분이 포함된 경우 기존 제어 방식들 보다 훨씬 빠른 과도기 응답성능을 보인다. 또한 본 제어 기법은 전류센서를 사용하지 않으며 단일 피드백루프 제어에 따른 비교적 간단한 제어회로로 구성되며 모든 DC/DC 컨버터들에 적용 가능하다. 본 논문에 제안된 새로운 제어기법인 듀티 피드백 기법의 개념 및 제어원리를 자세히 설명하며 시뮬레이션 및 실험결과를 통하여 제안한 제어기법의 타당성을 검증하고자 한다.

2. 새로운 센서리스 제어기법

2.1 기존의 센서리스 전류제어기법 (Sensorless Current Mode control)

그림 1은 강압 컨버터와 인덕터 전류를 관측하기 위해 인덕터 전압을 적분하는 적분기인 관측기 (Observer)의 블럭도를 보여주고 있다. 여기서, v_{switch} 는 턴-온 시 스위치의 순방향 전압강하를 나타낸다. 직류 출력에 대해, 일정 기준 전압, V_{ref} 가 실제의 일정 출력전압, V_{out} , 을 대신하기 위해 사용되었다. 또한 V_I 는 관측기의 출력인 인덕터 전압의 적분값을 나타낸다. 여기서 인덕터 전압, V_L , 인덕터 전류, I_L ,은 각각 다음 식 (1), (2)와 같다.

$$V_L = q1 (v_{in} + v_{switch}) - v_{ref} \tag{1}$$

$$I_L = \frac{1}{L} \int V_L dt = \frac{1}{L} \int \{ q1 (v_{in} + v_{switch}) - v_{ref} \} dt \tag{2}$$

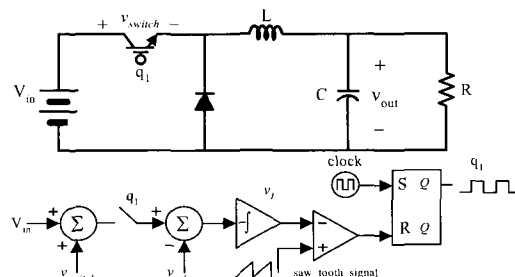


그림 1 기존의 센서리스 전류제어를 하는 강압 컨버터 회로 Fig. 1 A buck converter model with SCM

여기서, q_i : 스위치가 온-상태일 때는 1, 오프-상태일 때는 0의 값을 갖는 스위칭 함수.

이 센서리스 전류 제어기법에서, 스위치는 일정주파수 클럭 신호에 의해 턴-온 되고, 식(1), (2)에 의해 구해지는 인덕터 전압의 적분값인 평균 인덕터 전류가 삼각파 신호와 교차 될 때 스위치는 턴-오프 된다. 여기서 식 (1)에 나타난 바와 같이 인덕터 전압에는 항상 입력측 정보가 포함되어 있기 때문에, 입력전원에 변동이 발생하더라도 과도기 응답성능이 기존의 전압 제어형 보다는 훨씬 우수한 특성을 보인다. 그러나 입력 전원측에 고조파 성분이 포함되는 경우나 전원 변동이 발생하는 경우 관측기에 포함되어 있는 적분기의 적분시간 지연에 의해 스위칭 컨버터의 과도기 제어 한 주기 이내에 완료되지 못하기 때문에 출력전압의 파형에 전형적인 과도기 오버슈트가 발생되어 과도기 응답성능이 저하되는 문제점을 가지고 있다.

2.2 제안한 제어기법의 개념

그림 2는 강압 변환기와 듀티 피드백을 이용한 새로운 센서리스 제어를 위한 블럭도를 나타내고있다. 이 블럭도는 입력변화에 대해 신속한 제어를 수행하도록 하기 위한 입력 피드백 부분과 실시간 적으로 변화하는 듀티를 피드백 하기 위한 듀티 피드백 부분으로 구성되어있다. 그 중 에서 입력 정보를 포함하고 있는 제어부는 입력전압의 변화에 따라 출력전압을 관측하기 위한 부분이다. 여기서 D_{ref} 는 제어하고자 하는 시스템의출력전압을 의미하는 기준 듀티이며 제산기(Divider)의 두 입력 신호인 피드백된 입력 (V_{in})과 기준 듀티 (D_{ref})에 의해 새로운 기준 듀티, D_{ref}^* 가 발생 된다. 따라서 제안한 센서리스 제어는 시스템의 입력 변화에 대하여 새로 형성된 기준 듀티, D_{ref}^* 에 의해 제어를 수행하게 된다. 또한 다른 제어부는 실제 시스

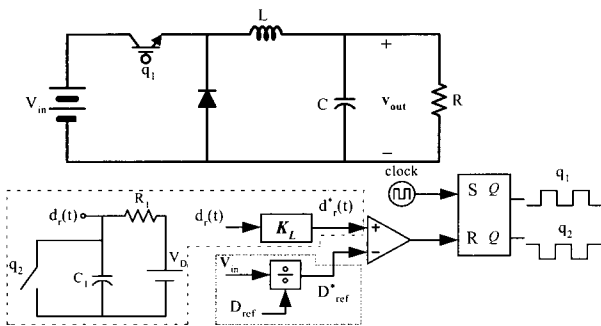


그림 2 제안한 듀티 피드백 제어를 하는 강압 컨버터
Fig. 2 A buck converter model with DFC

템에 인가되어지는 듀티값을 측정하여 이것을 기울기를 갖는 실시간 함수로 나타내기 위해 스위치 q_2 를 사용하여 램프 함수로써의 듀티 함수 $d_r(t)$ 를 발생시킨다. 이 $d_r(t)$ 는 다시 선형화 상수 K_L 에 의해 RC회로의 지수 함수적인 특성이 감소되고 선형적인 특성을 갖는 $d_r^*(t)$ 로 바뀌게 된다. 그리고 각각의 제어부에서 얻어진 값들이 비교기의 입력으로 사용되어 제안한 센서리스 제어를 수행하게 된다.

2.3 새로운 센서리스 제어기법의 스위칭원리

본 논문에서 제안한 제어기법 (DFC)의 동작원리는 다음과 같다.

먼저, 스위치는 일정주파수 클럭 신호에 의해 턴-온 되고, 스위치의 턴-오프는 그림 3에서 보여지는 바와 같이 실시간에서 램프함수로 나타낸 듀티 신호 $d_r^*(t)$ 가 변경된 기준 듀티 D_{ref}^* 에 도달하는 순간 래치(latch)의 리셋 신호에 의해 이루어진다.

그림 4(a)는 입력전원 측에 변동이 발생한 경우, 강압 컨버터에서 기존의 D_{ref}^* 를 제산기에 의해 새로 변경된 D_{ref}^* 로 변환시켜주는 모델을 나타내고 있다. 강압 컨버터에서, 입력이 V_1 에서 V_2 로 바뀌게 되면, 입력전압과 D_{ref} 와의 관계에 의해 기존의 D_{ref}^* 를 새로운 D_{ref}^* 로 변화시켜 컨버터의 출력전압을 일정하게 제어하게 된다. 따라서 각각은 다음 식과 같다.

$$V_{out} = D_{ref1}^* V_1 = D_{ref2}^* V_2 \tag{3}$$

여기서, V_1 : 변동 전 입력, V_2 : 변동 후 입력

D_{ref1}^* : 변경 전 D_{ref}^* ,
 D_{ref2}^* : 변경 후 D_{ref}^* 를 의미.

$$D_{ref}^* = \frac{D_{ref}}{V_{in}} \tag{4}$$

여기서, D_{ref} 는 제어하고자 하는 시스템의 출력전압을 의미.

따라서 새로운 기준 듀티 D_{ref}^* 는 출력전압을 관측한 것이라 볼 수 있다. 또한, 입력 전원측에 고조파 성분이 포함된 경우, 식 (4)에 의해 기존의 D_{ref}^* 가 한 주기

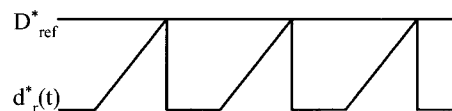


그림 3 스위치의 턴-오프 과정
Fig. 3 Turn off process of switch

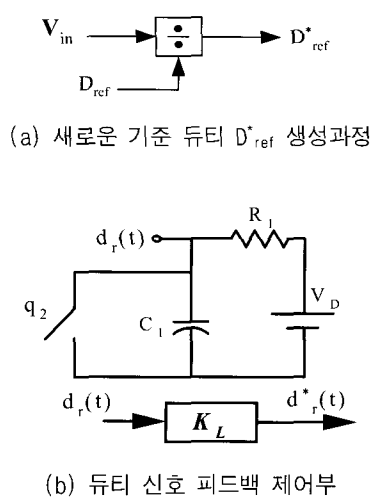


그림 4 기준 듀티 D^*_{ref} 생성부와 듀티 신호 피드백 제어부
 Fig. 4 The producing process of new reference D^*_{ref} and duty signal feedback part

이내에 새로운 D^*_{ref} 로 바뀌게 된다. 이로 인해 입력전압의 변동이 발생하였을 경우 식 (4)에 의해 스위칭 컨버터의 신속한 제어가 이루어지게 된다.

그림 4(b)에 나타내고 있는 또다른 제어부인 듀티 신호 피드백 회로에서는, 실제로 스위치에 인가되는 듀티 신호는 High 아니면 Low signal로 나타나므로 이것을 가지고서는 비교기에서 D^*_{ref} 와 정확한 비교를 할 수 없다. 따라서 이 피드백된 신호가 비교기에서 D^*_{ref} 와 비교가 이루어 질 수 있도록 하기 위해 듀티값의 크기를 그림 4(b)에서 보여지고 있는 듀티 피드백 제어부에 의해 이를 실시간에서 램프 함수로 바꿔 준다.

이때 듀티 피드백 제어부의 출력 $d_r(t)$ 은 식 (5)와 같다.

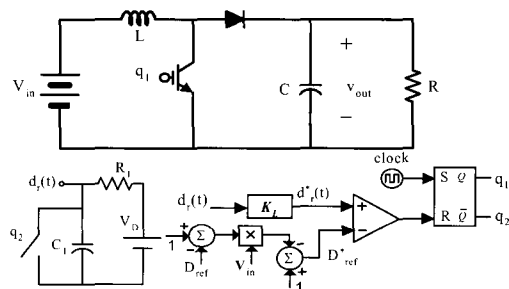
$$d_r(t) = q_2 V_D (1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \quad (5)$$

여기서, q_2 : 스위치가 온-상태일 때는 0, 오프-상태일 때는 1의 값을 갖는 스위칭 함수.

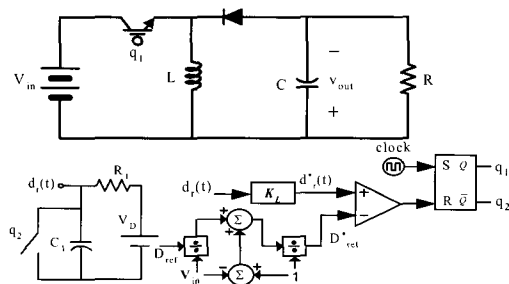
식 (5)로부터 알 수 있듯이 지수 함수적인 특성을 갖는 $d_r(t)$ 을 직접 비교기에 인가 할 경우 필요로 하는 듀티 신호보다 더 많은 시간동안 듀티 신호가 발생되므로 컨버터의 출력전압에 정상상태 오차가 발생된다. 따라서 $d_r(t)$ 의 출력 중 가능한 한 선형적인 부분만을 사용해야 한다. 하지만 이 선형적인 부분의 값은 필요로 하는 값 보다 작기 때문에 이 값을 선형적으로 확

대시키기 위해 선형화 상수 K_L 를 통하여 새로운 $d^*_r(t)$ 를 생성한다. 이로 인해 거의 정확한 듀티 피드백을 이룰 수 있으며 이 값은 실제 스위칭 듀티와 유사하다.

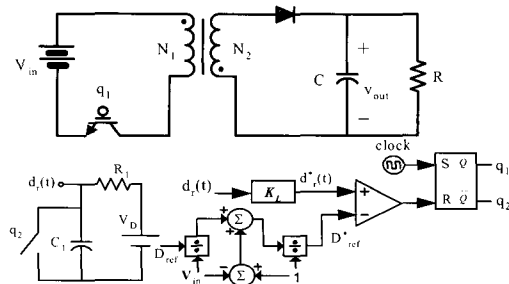
표 1은 기본적인 DC/DC 컨버터와 절연형 컨버터에 본 제어원리를 적용시킨 경우 생성된 변경된 기준 듀티 D^*_{ref} 를 나타낸다. 또한 그림 5(a)-(d)은 표 1에서 보여지고 있는 새로운 D^*_{ref} 를 바탕으로 하는 듀티 피드백 제어루프를 갖는 승압, 승·강압, 플라이백, 포워드 컨버터 모델을 보여주고 있다. 이로부터 본 논문에서 나타낸 듀티 피드백을 이용한 새로운 센서리스 제어 (DFC)가 모든 DC/DC컨버터에 적용될 수 있음을 알 수 있다.



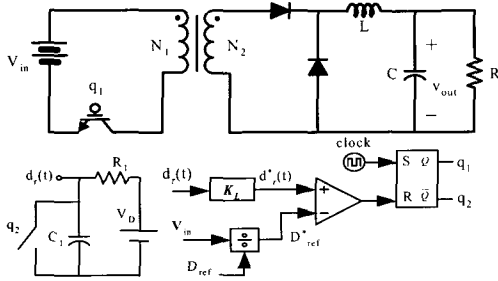
(a) Boost converter with DFC



(b) Buck-Boost converter with DFC



(c) Flyback converter with DFC



(d) Forward converter with DFC

그림 5 듀티 피드백 제어기법이 적용된 DC/DC 컨버터

Fig. 5 The Models of DC/DC converters with DFC

표 1 새로운 센서리스 제어인 DFC 제어를 하는 DC/DC 컨버터들의 D^*_{ref} 계산식

Table 1 The calculation of D^*_{ref} for DC/DC converters with DFC

컨버터 유형	변경된 기준 듀티 D^*_{ref}
강압 컨버터	D_{ref}/ V_{in}
승압 컨버터	$1-(1-D_{ref})V_{in}$
승·강압 컨버터	$1/\{(1-V_{in}) + (V_{in}/D_{ref})\}$
포워드 컨버터	D_{ref}/ V_{in}
플라이백 컨버터	$1/\{(1-V_{in}) + (V_{in}/D_{ref})\}$

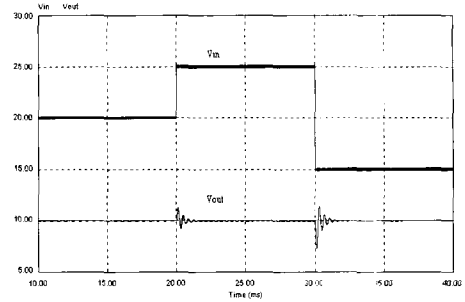
3. 시뮬레이션 및 실험 결과

본 논문에서 제안한 듀티 피드백 제어(DFC)의 타당성을 검증하기 위해 시뮬레이션과 실험을 동일한 파라미터들을 가지고 수행하였다. 또한 제안한 방법이 기존의 센서리스 전류제어(SCM)보다 성능이 우수함을 보이기 위해 동일한 동작조건하에서 기존의 센서리스 제어를 하는 강압 컨버터와 새로운 듀티 피드백 제어를 하는 강압 컨버터의 동작성능을 비교하였다. 회로 구현상의 어려움과 안정적인 구동을 위해 다음과 같은 시스템 파라미터 값을 선정하였다.

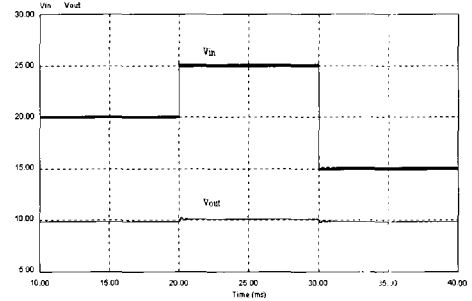
스위칭 주파수 $f_s=150\text{kHz}$, 필터 인덕턴스 $L=33.3\mu\text{H}$, 필터 커패시턴스 $C=100\mu\text{F}$, 출력전압 $V_o=10\text{V}$, 출력 $P_o=50\text{W}$ 등이다.

3.1 시뮬레이션 결과

입력 전원측에 다음과 같은 스텝 천이에 의해 전원 변동이 발생되었다. $t=20\text{ms}$ 에서 입력전압 V_{in} 이 20V에서 25V로, $t=30\text{ms}$ 에서 입력전압 V_{in} 이 25V에서



(a) The output voltage waveform of SCM



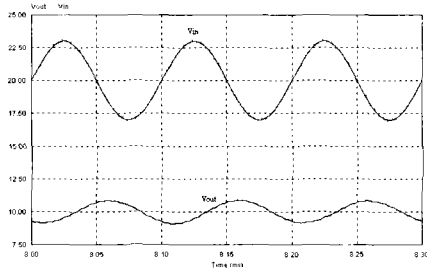
(b) The output voltage waveform of DFC

그림 6 입력전원이 스텝 천이 되는 경우의 출력 파형

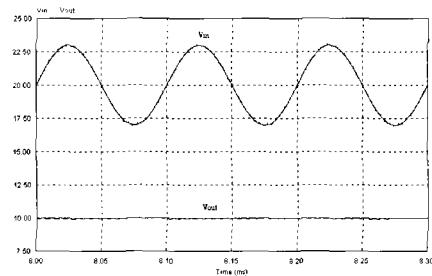
Fig. 6 The output voltage of a buck converter with SCM and with DFC when input source was changed by step up and down

15V로 변경된 경우, 그림 6(a)는 기존의 센서리스 제어(SCM)를 하는 강압 컨버터의 출력전압을, 그림 6(b)는 제안한 듀티 피드백 제어(DFC)를 하는 강압 컨버터의 출력전압을 나타낸다. 그림 7(a)와(b)는 각각 입력 전원측에 고조파성분이 포함된 경우 기존의 SCM 제어와 새로운 DFC 제어를 하는 강압 컨버터의 출력전압을 나타낸다. 따라서, 그림 6과 7로부터, 본 논문에 제안한 듀티 피드백 제어가 기존의 센서리스 전류제어보다 입력전압 변동에 대해 훨씬 우수한 과도기 응답성능을 보임을 알 수 있다.

그림 8은 입력전원에 50kHz의 리플성분, 즉 고조파성분이 포함된 경우, 본 논문에 제안한 듀티 피드백 기법은 식 (4)에 의해 기존의 D^*_{ref} 가 새로운 기준듀티, D^*_{ref} 로 변경되며, 이 변경된 기준 듀티, D^*_{ref} 가 선형화된 듀티 함수, $d^*_r(t)$,와 만나게 될 때 스위치가 턴-오프 되는 과정이 단지 한 주기 이내에 완료됨을 보여주고 있다. 따라서 본 제어기법이 적용된 시스템의 출력전압 파형에는 어떠한 과도기 오차도 발생되지 않음을 확인 할 수 있다.



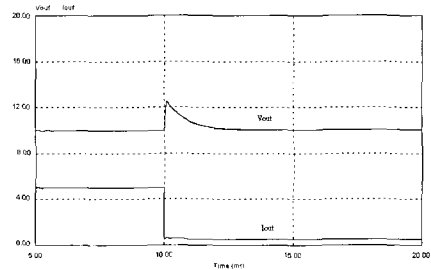
(a) The output voltage waveform of SCM



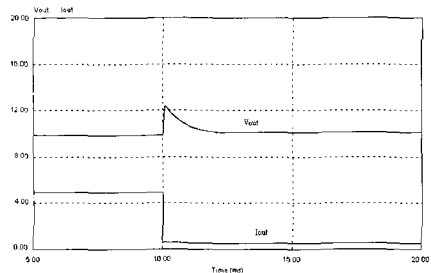
(b) The output voltage waveform of DFC

그림 7 입력전원에 고조파 성분이 포함된 경우의 출력 파형

Fig. 7 The output voltage of a buck converter with SCM and DFC when input source had the harmonic components



(a) The output voltage waveform of SCM



(b) The output voltage waveform of DFC

그림 9 부하가 100%에서 10%로 변경된 경우 각각의 출력 파형

Fig. 9 The output current and voltage of a buck converter with SCM and DFC when load was changed

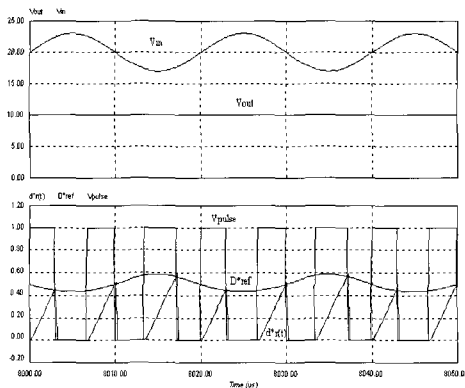


그림 8 듀티 피드백 제어기법의 한 주기 스위칭 과정
Fig. 8 The switching process during one switching cycle

그림 9(a) 와(b)는 각각, 부하가 $t=10\text{ms}$ 에서 100%에서 10%로 변경된 경우 기존의 SCM제어를 하는 경우와 새로운 DFC 제어를 하는 강압 컨버터의 출력전압 및 출력전류의 파형을 나타낸다. 그림 9로부터 부하가 변화될 경우, 두 가지 센서리스 제어방식은 기존의 전압 제어 및 전류 제어방식과는 달리 출력측 정보를 관측할 수 있는 방법이 없기 때문에 출력 파형에 과도기

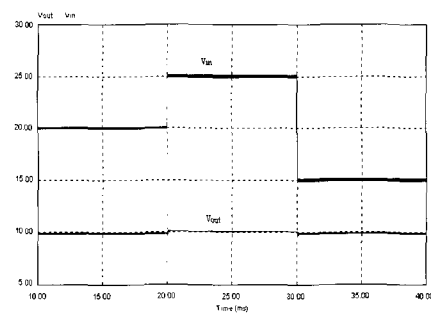


그림 10 새로운 듀티 피드백 제어를 갖는 포워드 컨버터
Fig. 10 The output voltage of a forward converter with DFC

오버슈트가 발생함을 볼 수 있다.

그림 10은 $t=20\text{ms}$ 에서, 입력전압 V_{in} 이 20V에서 25V로, $t=30\text{ms}$ 에서, 입력전압 V_{in} 이 25V에서 15V로 변경된 경우 제안한 DFC 제어를 하는 포워드 컨버터의 출력전압 파형을 보여주고 있다. 이때, 변압기의 권선비, $n(n_s/n_p)=1$ 이다. 그림 10으로부터 알 수 있듯이 제안한 새로운 센서리스 제어기법은 모든 DC/DC 컨버터 시스템에 적용 가능함을 알 수 있다.

3.2 실험 결과

실험을 수행하기 위해 사용한 소자는 다음과 같다.

스위치 소자: FDS4410, 다이오드: FE6D

그림 11은 실험을 수행하기 위한 전력회로 및 제어 회로도를 나타내고 있다.

그림 12(a)는 입력전원이 13V에서 25V로 증가하는 경우이고 그림 12(b)는 25V에서 13V로 감소하는 경우 제안된 듀티 피드백 제어를 갖는 강압 컨버터의 새로운 기준듀티 D_{ref}^* 가 가변 되고있는 입력전원을 추종하는 과정을 나타내고 있다. 그림 13(a) 와(b) 는 각각, 이 때의 출력전압 파형을 보이고 있다. 이로부터 알 수 있듯이 제안한 새로운 센서리스 제어기법인 듀티

피드백 제어기법은 입력 가변 시 우수한 과도기 응답 성능을 갖게 됨을 알 수 있다.

그림 14(a)는 부하가 10%에서 100%로 ,(b)는 100%에서 10%로 가변되는 경우 각각의 출력 전압의 파형을 나타내고 있다.

그림 15는 본 제어기법의 한 주기 스위칭 과정을 나타내고 있다. 그림에서처럼, 선형화된 듀티함수, $d^*(t)$, 가 새로운 기준 듀티 D_{ref}^* 에 도달하는 순간 스위치가 턴-오프 된다.

따라서, 위 그림들로부터 본 논문에 제안한 제어기법의 실험 파형이 시뮬레이션 파형과 일치됨을 알 수 있다.

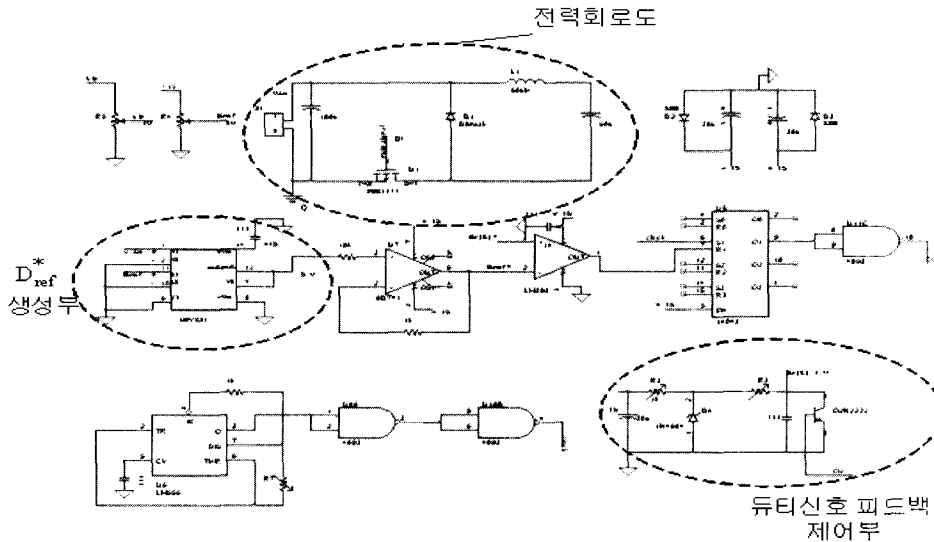
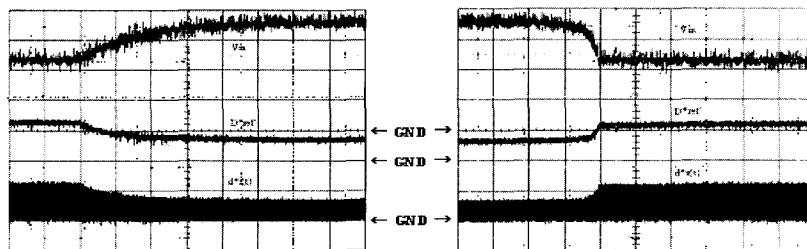


그림 11 실험을 수행하기 위한 전체 회로도

Fig. 11 The overall system configuration to execute the experiment



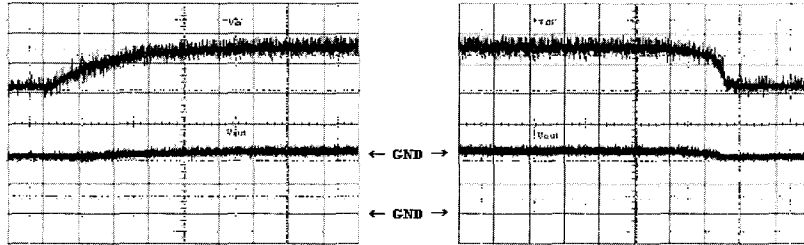
(V_{in} : 10V/div., D^*_{ref} , $d^*(t)$: 5V/div., time:10ms/div.)

(a) 13V에서 25V로 가변된 경우

(b) 25V에서 13V로 가변된 경우

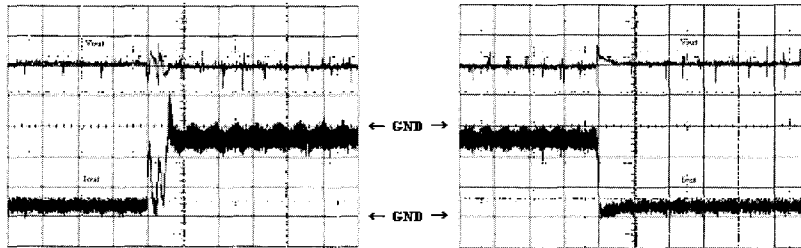
그림 12 입력전원 가변 시 새로운 기준 듀티 D^*_{ref} 추정과정

Fig. 12 The waveforms of V_{in} , D^*_{ref} , $d^*(t)$ when the input was changed



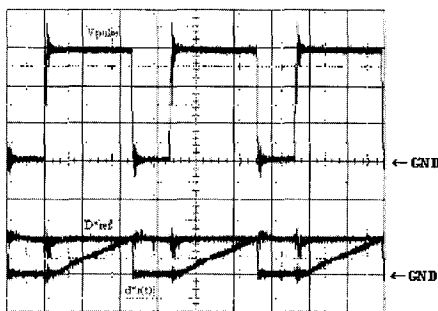
(Upper trace: 10V/div., Lower trace: 5V/div., time:10ms/div.)
 (a) 13V에서 25V로 가변된 경우 (b) 25V에서 13V로 가변된 경우

그림 13 입력전원 가변 시 출력전압 파형
 Fig. 13 The output voltage waveforms when the input was changed



(5V/div., 2A/div., time: 1ms/div.)
 (a) 10%에서 100%로 변경되는 경우 (b) 100%에서 10%로 변경되는 경우

그림 14 부하가 가변 시 출력 파형
 Fig. 14 The output waveforms when the load was changed



(5V/div., time: 2us/div.)
 그림 15 제안한 제어기법의 한 주기 스위칭 과정
 Fig. 15 The switching process

4. 결론

본 논문에서는 DC/DC 컨버터에서 듀티 피드백을 이용한 새로운 센서리스 제어기법을 다루고 있다.

제안한 제어기법의 동작원리 및 출력특성들이 상세하게 설명되었고 이 새로운 센서리스 제어기법의 여러 가지 특성들을 시뮬레이션 및 실험을 통해 검증하였다. 제안한 제어기법은 다음과 같은 장점들을 가지고 있다.

- 단일 피드백 루프 제어로 인한 단순한 구조의 제어 회로
 - 입력 전원에 변동이 발생하거나 입력 전원측에 고조파 성분이 포함된 경우, 제안한 듀티 피드백 제어 (DFC) 는 스위칭 컨버터의 한 주기 내에서 과도기 제어가 완료되므로 기존의 센서리스 전류 제어기법 (SCM) 보다 훨씬 빠른 과도기 응답 성능 제공
 - 센서리스 제어의 일종이므로 우수한 노이즈 특성
 - 전류센서 제거로 인한 저가의 제어 시스템 구현
- 따라서, 이와 같은 특성을 갖는 제안한 새로운 센서

리스 제어기법인 듀티 피드백 제어(DFC)는 저가의 저 전력 DC/DC 컨버터 시스템 및 출력전압을 피드백하기 어려운 무접점 컨버터 시스템에 응용 가능 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] Lloyd Dixon, "Average current mode control of switching power supplies", Unirode. Application note., U-140, 1999.
- [2] R. Mammano, "Switching power supply topology voltage mode vs. current mode", Unirode. Design note, DN-62, 1999.
- [3] K.M. Smedley and S. C'uk, "One-cycle control of switching converters", IEEE Trans. Power Electron., Vol. 10, pp. 625~633, Nov. 1995.
- [4] K.M. Smedley and S. C'uk, "Dynamics of one cycle controlled Cuk converters", IEEE Trans. Power Electron., Vol. 10, pp. 634~639, Nov. 1995.
- [5] P. Midya and P.T. Krein, "Noise properties of pulse-width modulated power converters: open-loop effects", IEEE Trans. Power Electronics., Vol. 15, pp. 1134~1143, Nov. 2000.
- [6] P. Midya, P.T. Krein, and M.F. Greuel., "Sensorless current mode control an observer based technique for DC-DC converters", IEEE Trans. Power Electronics., Vol. 16, pp. 522~526, July 2001.

저 자 소 개



이동운(李東潤)

1968년 8월 19일생. 1998년 한양대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1998년~현재 동 대학원 전기공학과 박사과정. 한국과학기술연구원 지능제어연구센터 학생연구원.



노형주(魯炯柱)

1977년 12월 2일생. 2000년 조선대학교 전기공학과 졸업(학사). 2001년~현재 한양대 대학원 전기공학과 석사과정.



현동석(玄東石)

1950년 4월 8일생. 1973년 한양대 전기공학과 졸업. 1978년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1986년 서울대 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 1984년~1985년 미국 토레도대학 객원 교수. 1988년~1989년 원혜공과대학 객원교수. 현재 한양대 전자전기공학부 교수. 당 학회 회장 역임.