

Laser 프린터용 고압 가변 전원특성에 관한 연구

채영민, 조종화, 권중기
 삼성전자 DM총괄 프린터 사업부

A Study on the Characteristic of Variable High Voltage Power Source for Laser Printer

Y.m. Chae, J.h. Cho, and J.g. Kwon
 SamSung Electronics Co. Digital Media Network, Digital Printing Division

ABSTRACT

In this paper, a new self-oscillated type high voltage charger controller circuit is proposed, which has variable constant current source characteristics to improve charge characteristic of charger roller. The proposed control method enables high quality printing characteristics regardless of the circumstance change such as ambient temperature or humidity by changing the current reference signal. To verify the proposed control method various experiments are performed.

1. 서론

최근 SOHO산업 확대 및 정보화 환경의 급속한 발달과 PC 보급을 증대에 따라 PC 주변기기에 대한 변화가 활발히 진행되고 있다. 대표적인 PC 주변기기장치인 프린터의 경우 소비자의 경제성 및 고속출력등의 장점을 가지는 레이저 프린터에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 고품질 Color 레이저 프린터에 대한 수요가 증대되고 있다. 이러한 Color 레이저 프린터의 경우에는 복잡한 전사 Process 및 Mechanism이 요구되며, 전원 공급장치의 측면에서는 화상형성에 있어 가장 필수적인 안정적이고 다기능을 가지는 고압 전원장치에 개발이 필수적이다. 따라서 본 논문에서는 이러한 Color 레이저 프린터의 화상에 가장 중요한 제어요소인 고압 전원장치에 순시 출력전류 제어방식을 사용하여 온도나 습도등 화상에 영향을 미치는 주변환경변화시 Main Controller에서 이를 인식하여 출력전류의 기준신호를 변동함에 의해 일정한 화상상태가 유지되는 고압 가변 정전류 전원개발에 관하여 연구하였다.

2. 레이저 프린터의 동작원리

레이저 프린터는 전자사진 Process에 의해 화상 정보를 인쇄하는 장치로써 아래 그림 1과 같이 구성되어 있다. 그림에서 보이는 바와 같이 Driver 및 Controller를 거친 화상정보는 LSU(Laser Scanning Unit)를 통한 후 대전, 노광, 현상, 전사, 정착으로 구성되는 전자사진 Process를 거쳐 최종 용지에 출력된다.

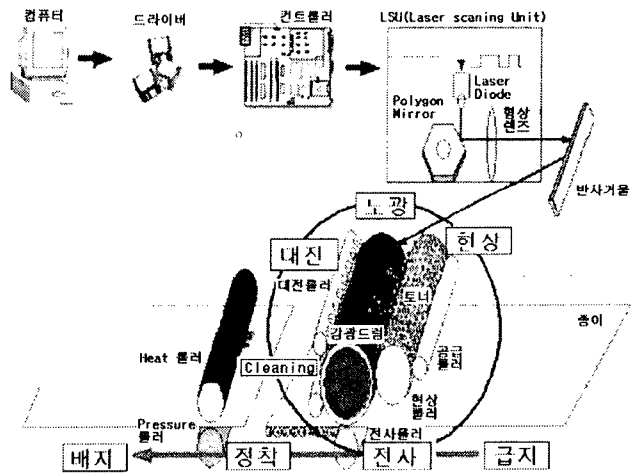


그림 1 레이저 프린터 동작원리

Fig. 1 Operation Process of Laser Printer

대전 과정에서는 대전 Roller를 통하여 수[KV]의 고압으로 OPC (Organic Photo Conductor) 드럼에 대전시켜 OPC 자체 표면전위를 (-1)[kV]이내의 전위를 형성시킨다. 대전된 OPC드럼의 표면은 회전되면서 LSU에 의해서 화상정보가 노광되고, 노광이 이루어지지 않은 비 화상영역은 대전전위가 그대로 유지되나 노광된 화상영역은 (-)수십[V]로 전위가 감소하여 정전잠상을 형성하게 된다. 정전잠

상이 형성된 OPC는 회전을 하게 되고 이때 공급 Roller와 현상 Roller의 (-)수백[V]의 전위를 이용하여 이동된 토너는 전위차에 의해 정전잠상이 형성된 OPC표면에만 부착하게 된다. 이 과정을 통하여 OPC표면에는 실제 출력하고자 하는 정보만이 Toner가 부착된 가시화상을 형성하게 되고, 고압발생 전원인 HVPS(High Voltage Power Supply)에 의해 수백~수천[V]로 대전된 전사ROLLER에 의하여 인쇄용지로 가시화상이 전달된다. 이후 Toner를 용지에 정착시키기 위하여 Pressure Roller와 Heat Roller로 구성된 고온, 가압장치인 정착기를 통하여 최종적으로 용지에 화상정보가 기록된다.^[1] 이상과 같이 전자사진 Process과정에서 화질형성에 가장 중요한 영향을 미치는 부분인 OPC 대전방식은 Roller를 사용하는 접촉방식과 Corona 대전을 이용하는 비접촉 방식으로 구분할 수 있으며, 비접촉 방식의 경우 OPC 표면을 일정하게 대전하기 위해서는 분포저항이나 온도 혹은 매질에 관계없이 일정한 대전전위 형성을 위하여 전류원으로 구동하는 것이 유리하다. 따라서 본 논문에서는 Color 레이저 프린터용 비접촉 대전방식에 사용되는 고압 정전류형 가변 전원에 관하여 연구하였다. 제안된 제어방식은 온도나 습도등 화상에 영향을 미치는 주변환경 변화나 화상품질 변화시 Main Controller에서 이를 인식하여 환경변화를 보상하기 위한 전류 제어기의 입력신호인 기준신호를 변동하고, 이 기준신호에 따라 출력전류가 변동되어 일정한 화상상태가 유지되도록 제어하는 고압 순시전류 제어방식의 정전류 전원에 관하여 연구하였다.

3. 고압 가변 정전류 시스템 구성

3.1 회로구성

전술한 바와 같이 OPC 표면의 (-)전위형성을 위해 정전류 출력력을 발생하기 위한 고압 가변 정전류 출력 시스템의 제어 블록다이어그램은 아래 그림 2와 같이 구성하였다.

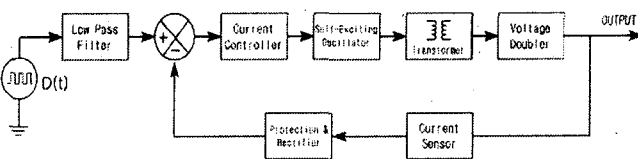


그림 2 시스템 블록다이어그램

Fig. 2 Block Diagram of Proposed System

그림 2에 보이는 바와 같이 최종 출력전류는 Main

controller에서 출력되는 듀티신호를 저역통과 필터를 거쳐 출력전류의 기준신호로 변환하고, 이를 실제 검출된 출력전류와 비교한후 OP-Amp를 이용한 제어기에서 보상하고 자기공진 회로를 통해 고압 고주파 출력을 발생 시키후 정류회로 및 배압회로를 거쳐 최종 정전류를 출력한다. 그림 3은 전술한 회로동작을 구현하기 위한 실제 회로도이다.

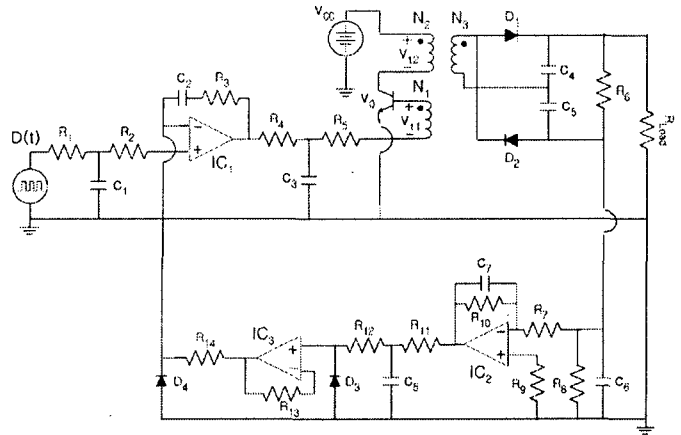


그림 3 전체 시스템 회로도

Fig. 3 Circuit Diagram of Proposed System

3.2 회로동작 및 설계

3.2.1 Oscillation 회로동작

제안된 정전류형 고압 전원 시스템은 아래 그림 4에 보이는 바와 같이 발진회로를 이용하여 변압기 1차측에 고주파 교류신호를 발생하고 이를 변압기를 통하여 최종 출력이 수[KV]의 고압 전원을 발생시킨다. 발진회로는 크게 3개의 Loop로 구성되어 있다. Loop 1은 기준신호와 Sensing된 출력전류와의 비교후 제어기를 통해 출력되는 신호에 의해 V_{C3} 에 음의 전압이 유기되는 부분이고, Loop 2에서는 발진용 커패시터 C_3 및 변압기 T_1 과의 공진현상을 통하여 트랜지스터의 Base측 전류를 제어하는 부분이다. Loop 3에서는 아래 식(1)의 관계에 의해 트랜지스터의 Base전류에 따른 V_{QCE} 의 변화 및 변압기 T_2 의 자화 인덕턴스값에 따라 T_2 에 교류의 발진신호가 발생하는 회로부분이다.^[3]

$$v_{i2}(t) = V_{CC} - V_{QCE}(t) \quad (1)$$

이상의 자기 발진회로를 동작모드별로 살펴보면 다음과 같이 2개의 동작모드로 설명할 수 있다.

Mode 1 : 커패시터 C_3 에 (-)전압이 유기되면 T_2 의 자화 인덕턴스에 전압이 인가되고 Loop 2에서는

식(2)와 같이 회로방정식이 성립되어 트랜지스터의 base측에 양의 Bias가 인가되어 활성영역에서 동작하므로 V_{QCE} 는 감소하고 T_2 에 인가되는 V_{T2} 는 점차 증가한다. 변압기 1차측과 2차측의 관계식 (3)에 의해 최종출력전류는 식(4)와 같이 표현된다.

$$v_{t1} + iR_5 + v_{c3} + v_{be} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{v_{T1}}{v_{T2}} \quad (3)$$

$$i_{base} = \frac{-\left(\frac{N_1}{N_2}v_{t1} + v_{c3} + v_{be}\right)}{R} \quad (4)$$

Mode 2 : Mode 1에 의해 변압기 T_2 의 자화 인덕턴스에 의해 증가된 V_{t2} 는 Loop 2의 회로방정식에 의해 최대 양의 전압에 이르면 커패시터 C_3 와 공진 현상에 의해 점차 감소되고, 이때 자화 인덕턴스에 저장된 에너지는 변압기 권선을 통해 흐르게 됨에 따라 감소되기 시작하여 최종적으로는 극성이 반전된 음의 최대값에 이르게 된다. 이후 V_{t2} 에 전압이 다시 인가되기 시작하여 Mode 1을 반복하게 된다. 이러한 Oscillation회로의 공진주파수는 변압기 1차 자화 인덕턴스 크기와 커패시터 C_3 에 따라 아래식 (5)와 같이 결정되며 제안된 시스템의 경우 자화인덕턴스, 커패시터 C_3 및 공진 주파수는 각각 300[uH], 33[nF], 45[KHz]로 설계 제작하였다.^[2,5]

$$f_{resonant} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_m C_3}} \quad (5)$$

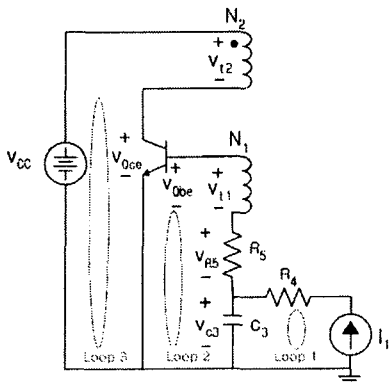


그림 4 Oscillator 회로 동작모드
Fig. 4 Operating Mode of Oscillator

3.2.2 출력 배압회로 및 전류 센싱부

전술한 발진회로에 의해 발생된 고주파 교류 신호는 N_2 와 N_3 의 변압비에 의해 식 (6)과 같이 출력측 변압기 T_3 에 인가되고, 그림 5에 보이는 바와 같이 변압기 극성에 따라 정류되어 C_4 와 C_5 에 각각 인가되어, 최종 출력전압은 V_{C4} 와 V_{C5} 가 직렬 연결되어 부하에 인가된다.

$$v_{T3} = \frac{N_3}{N_2} v_{T2} \quad (6)$$

출력전류 센싱은 그림 3에 보이는 바와 같이 커패시터 C_6 를 이용하여 아래 식 (7)과 같이 출력전류를 적분하여 전압신호로 변환하여 검출한다.

$$v_{c6} = \frac{1}{C_6} \int i_{out} dt \quad (7)$$

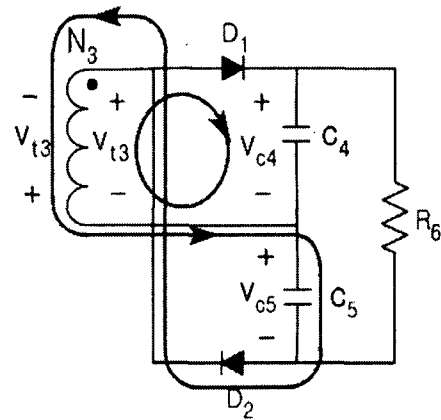


그림 5 출력측 배압회로도
Fig. 5 Circuit Diagram of Voltage Doubler

4. 실험결과 및 검토

제안된 고압 정전류형 출력전원의 실험에 사용된 입력, 출력 전원조건 및 파라미터는 표 1에 나타낸 바와 같다. 전술한 바와 같이 제안된 시스템은 Main Controller에서 출력되는 PWM 듀티신호를 저역통과 필터를 거친후 제어기의 Reference신호로 삼아 출력전류를 Sensing한 신호가 출력 Reference신호와 일치하도록 제어하는 순시 전류제어방식의 고압 발생회로이다. 이러한 고압발생을 위하여 그림 4에 보이는 바와 같이 변압기와 트랜지스터를 이용한 Oscillator회로를 사용하였고, 배압회로를 이용하여 고압을 발생하도록 시스템을 구성하였다.

표 1 제안된 시스템 파라미터
Table 1 Used Parameter for Proposed System

구분	파라미터
입력 전원	+ DC 24 [V]
출력 전류	0 ~ 500 [uA] 가변
출력 전압	9 [KV] 이내
부하 조건	10 ~ 15 [Mega Ω]
제어 방식	정전류 제어방식

그림 6은 입력 Duty신호와 OP-Amp에 인가되는 입력기준 및 실제 출력전류를 Sensing신호와 OP-Amp 출력신호를 보여주고 있다. 그림에서 보이는 바와 같이 출력전류 기준신호와 실제 출력전류 신호가 일치함을 통하여 제안된 시스템이 원활히 제어되고 있음을 알 수 있다.

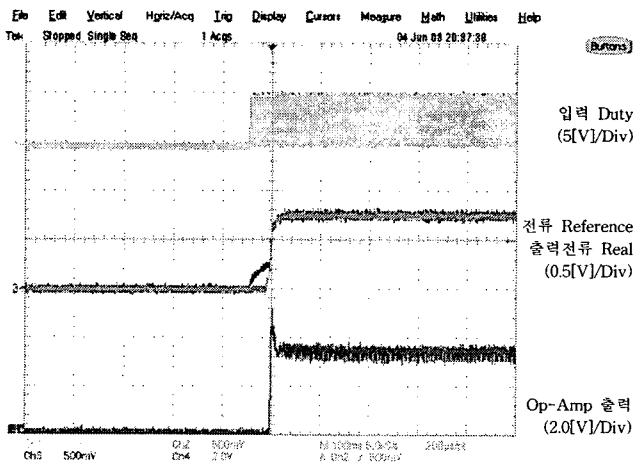


그림 6 전류 제어기 각부파형
Fig. 6 Current Controller Waveform

그림 7과 8은 Oscillation회로의 각부 파형으로써 V_{C3} 가 (-)전압으로 유지되며 변압기 T_1 의 V_{T1} 전압과 공진에 의해 Base측 전압 V_{BE} 에 순방향 및 역방향 Bias가 인가됨을 알 수 있다. 그림 8에서는 그림 4의 Loop 3 회로에서 공진에 의한 V_{T2} 전압이 교류로 변동됨에 따라 트랜지스터의 컬렉터측에 인가되는 전압이 변동되는 것을 보여주고 있다. 그림 9는 입력 듀티신호를 Max치에서 Min값으로 단계적으로 변화시 OP-Amp 제어기에 인가되는 입력기준신호 및 Sensing된 출력전류의 두 신호와 실제 출력전류 및 출력전압 파형으로써 기준신호의 변화에 따라 실제 출력전류가 정확하게 제어되고 있음을 알 수 있다. 그림 10은 제안된 시스템을 ON/OFF시의 Rising 및 Falling 특성으로써 각각 1.1[ms]와 0.98[ms]로 안정된 동작특성을 보임을 알 수 있다

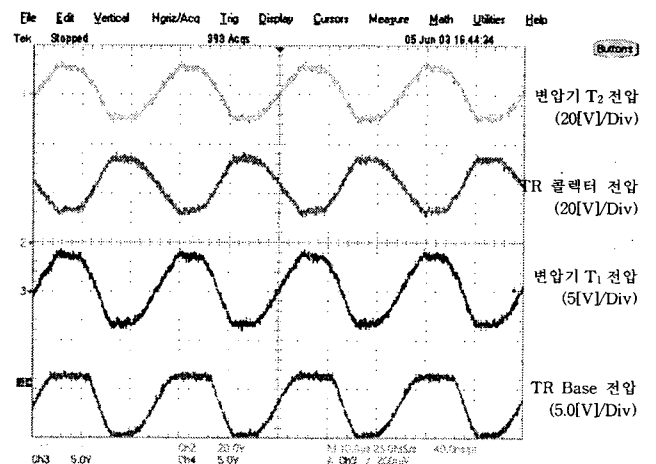


그림 8 Oscillator 각부파형
Fig. 8 Voltage Waveform of Oscillator

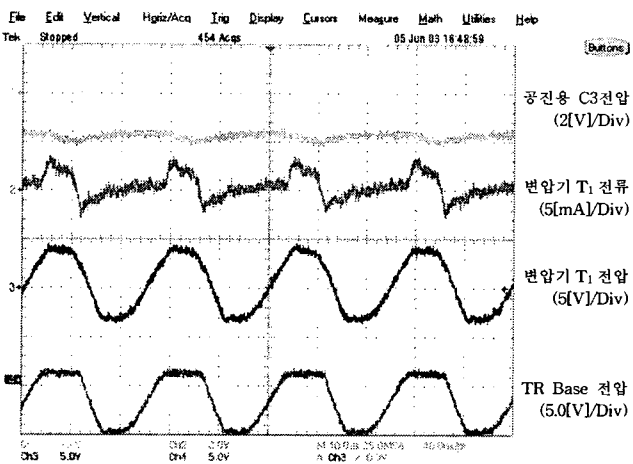


그림 7 Oscillator 각부파형
Fig. 7 Voltage and Current Waveform of Oscillator

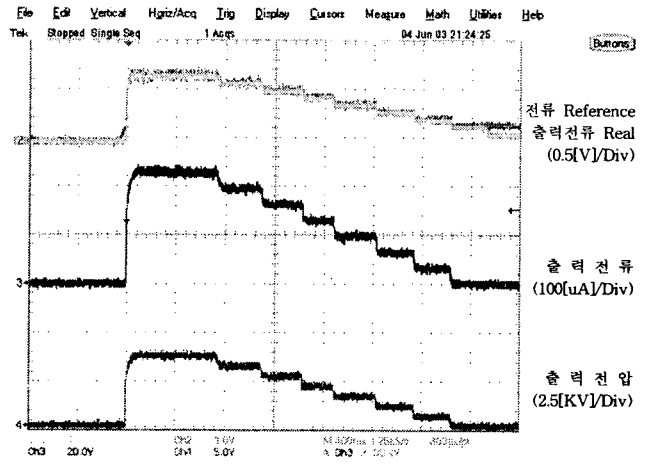


그림 9 출력전압 및 전류파형
Fig. 9 Output Voltage and Current Waveform

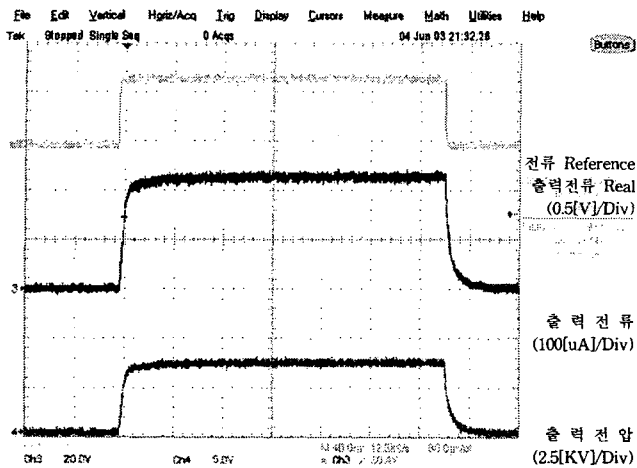


그림 10 Step 입력시 제어기 각부파형
 Fig. 10 Output Voltage and Current Waveform
 for Step Input Condition

5. 결 론

본 논문에서는 Color 레이저 프린터의 화질향상을 위하여 고압 정전류형 가변전원에 관한 새로운 제어방식을 제안하였다. 제안된 제어방식은 온도나 습도등 화상에 영향을 미치는 주변환경 변화나 화상품질 변화시 Main Controller에서 이러한 변화를 감지하여 듀티가변을 통하여 최적의 제어기 기준신호를 출력하고, 이 기준신호에 따라 출력전류가 제어되어 일정한 화상상태가 유지되도록 제어하는 제어방식으로 실험을 통하여 제안된 제어방식의 타당성을 검증하였다.

참 고 문 헌

- [1] Schein L. B. "Electro Photography," *IBM reearch Center*, 1992.
- [2] 박송배, "현대 전자회로," 문운당, 1990.
- [3] "Navy Electricity and Electronics Training Series : Chaper 2 Oscillator," *FTCM Early Oaks*, pp. 2.1-2.38, 1998.
- [4] Armstrong L. D. " GaAs IMPATT Diode, Oscill- ators and Amplifiers," *Microwave Symposium Digest*, Vol. 70, pp. 279-283, 1970, May.
- [5] Erickson R. W. " Fundamentals of Power Electro- nics," *Chapman & Hall*, 1997.