LED TV 통합검사유닛의 설계

고훈준*

Design of LED TV Multi Test Unit

HoonJoon Kouh*

요 약 LED TV 통합검사유닛은 LED BLU의 구동과 동시에 이상 유무 체크, AGING 작업 등 LED BLU를 테스트하기 위한 검사 장비이다. 기존 검사 유닛은 LCD의 종류와 크기에 따라 생산라인에서 검사 유닛을 교체해야 하는 불편한 점이 있어 본 연구에서는 한 가지 LED TV BLU 모델이 아닌 32 ~ 52인치의 다양한 LED TV BLU 모델을 수용할 수 있는 멀티형(통합형) 검사유닛으로 개발한다. 멀티형으로 개발하기 위해서 멀티 LED TV 통합검사유닛의 출력 전류를 80mA ~ 215mA의 범위로 다양한 출력이 되도록 만들고, LED BLU의 상태를 확인 하는 기능, 디밍(밝기 조절)기능 및 장시간 사용 시 열 발생 완화 기능 등을 구현한다. 또한 펌웨어 프로그램을 개발하고 업그레이드 할 수 있도록 하여 새로운 패널에 대해서도 지원할 수 있도록 개발한다.

주제어 : LED TV, 검사 유닛, BLU, 에이징, 통합검사유닛

Abstract LED TV integration test unit are the equipment for testing LED BLU as LED BLU's operation, error check, AGING work. The previous test unit were inconvenient because it must change test unit in production line according to LCD's kind and size. This paper develops by integration style test unit that can accommodate various LED TV BLU model of 32 ~ 52 inch that is not one LED TV BLU model. We make that output current is various to dimension of 80 ~ 215 mA. We make functions that are LED BLU state check, Diming and heat occurrence mitigation. Also we develop firmware program and that the program can be upgraded and that can support new panel.

Key Words : LED TV, Test Unit, Back Light Unit, Aging, Mulit Test Unit

1. 서론

최근 TV는 CRT TV에서 DLP TV로 바뀌면서 TV의 두께를 많이 줄었고, PDP와 LCD TV의 등장으로 TV 화질이 좋아지고 두께가 굉장히 얇아졌다[6]. 또한 BLU(Back Light Unit)가 CCFL에서 LED로 바뀌어 기존 PDP와 LCD TV 두께보다 더 얇고 다양한 기능을 가진 LED TV가 출시되었고 그 판매량이 빠르게 증가하고 있다[2][3][4]. 또한 다양한 종류의 패널이 사용되고 다양한 크기의 TV가 출시되면서 사용자의 선택의 폭은 넓어졌지만 생산라인에서 다양성에 적합한 테스트 환경을 만들기에는 많은 어려움을 겪고 있다.

일반적으로 생산라인에서는 LCD에 검사용 BLU를 이용해 LCD 셀에 이상이 없는지 확인을 하고 LCD에 양산용 BLU가 장착되면 BLU에 점등 및 전류를 제어하고 휘도 값을 확인하여 BLU에 이상이 없는지 LCD에 이상이 없는지 검사 장비를 통해 최종 검사를 하게 된다[1][8][9][10].

기존 LED TV 검사 장비의 입출력 사양은 LED TV의 사양에 따라 매우 유동적이다. LED TV에서 사용되는 LCD 패널의 종류와 크기가 다양하다. 패널의 크기와 LED TV 생산 업체에 따라서 패널에 사용하는 LED BLU[7]의 개수와 배열이 다르고 사용되는 전류의 양도 다르다. 따라서 LED TV의 크기와 전류 사양에 따라서 적절한 LED 검사 장비를 사용해야만 한다. 즉 현재 LED

*경인여자대학교 교수
논문접수: 2012년 5월 1일, 1차 수정을 거쳐, 심사완료: 2012년 5월 18일

TV 검사 유닛은 CCFL의 검사 유닛과 동일하게 LED TV의 한 가지 종류와 크기의 모델만을 구동 할 수 있도록 개발되어 있다. 따라서 현재 많은 종류와 크기의 LED TV를 생산하기 위해서는 그에 맞는 많은 종류의 LED TV 검사 장비가 필요하기 때문에 생산 라인에서 종류와 크기가 다른 LED TV가 바뀔 때마다 LED TV 검사 장비를 교체해야 하는 불편을 가지고 있으며, 그 결과 검사 유닛을 교체하기 위한 시간과 불편함이 따르고 또한 구입에 따른 생산 비용도 증가하는 문제점이 있다[1]. 따라서 한 개의 LED TV 검사 장비로 다양한 종류의 LED TV의 이상 유무를 확인 할 수 있는 검사 시스템의 변화를 위해 LED TV 통합검사유닛이 필요한 것이다.

본 연구에서는 삼성 계열에서 제조하고 있는 다양한 LED TV를 모두 지원하는 LED TV 통합검사유닛을 개발하고자 한다.

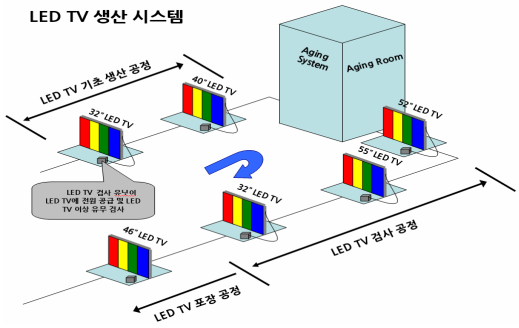
본 논문은 서론에 이어 2장에서는 기존 LED TV 검사 유닛을 서술하고 3장에서는 제안하는 통합검사유닛을 제안한다. 4장에서는 실험을 통해 검증하고 5장에서 결론으로 맺는다.

2. 기존의 LED TV 검사유닛

LED TV 검사 장비로 구분되어지는 LED TV 검사 유닛은 생산라인에서 사용되는 장비로 LED에 만족하는 휘도값을 공급하여 LED TV 내부의 LED 소자가 빛을 안정적이고 균일하게 발광하고 알맞은 전류가 공급되는지를 검사하는 장치이다[5].

일반적으로 LED 소자에 DC 전압을 인가하면 LED 소자에 전류가 공급되어 LED 소자가 발광하게 되며, LED 소자에 공급되는 전류량은 LED TV 검사 유닛이 제어한다. 제어는 전류량에 따라 LED 소자의 Vf 전압이 변하므로, LCD에 구성되어 있는 LED 소자의 수량 및 직 • 병렬 연결방식에 따라서 적절한 전압출력과 전류제어가 이루어진다. 검사 유닛을 이용하면 전류를 체크하여 LED의 발광이나 LED 소자의 불량의 문제가 있는지 확인을 할 수 있다. 또한 작업자가 LCD 패널에 오류가 있는지도 확인할 수 있다.

[그림 1]은 LED TV 생산 시스템의 구조를 보이고 있다. 생산 시스템은 크게 기초 생산 공정 단계, Aging 단계, 검사 공정 단계, 포장 공정 단계로 이루어진다.



[그림 1] LED TV 생산 시스템

LED TV 기초 생산 공정 단계에서는 LED TV 검사 유닛을 이용하여 LED TV의 전원 공급이 정상적으로 동작하는지 검사하고 LED TV가 이상이 없는지 검사한다. Aging 단계에서는 Aging Room에서 환경 테스트를 하는 단계로 대략 70도에서 3시간 동안 LED TV가 이상이 없는지 테스트를 한다. LED TV 검사 공정 단계에서는 작업자가 유관 검사를 통해 LCD 패널의 이상 유무를 검사하고, 출력 값에 대한 피드백 값을 분석하여 검사하는 단계이다. 이상이 없으면 LED TV 포장 공정에서 LED TV 검사 유닛과 LED TV를 분리하여 최종 조립을 하고 포장을 한다. 그러나 생산라인은 [그림 1]과 같이 한 라인에 같은 종류와 크기의 LED TV가 생산되는 것이 아니라 다양한 종류와 크기의 LED TV를 생산한다. LCD의 제조회사, 종류, 패널 크기가 다르면 LCD에 설치하는 LED BLU의 개수와 배열이 달라지고 사용하는 전류의 양도 달라지기 때문에 LCD 패널과 LED의 이상 유무를 검사하려면 LED TV 검사 유닛은 종류와 크기에 맞는 각각의 검사유닛이 필요하며 패널의 종류와 크기에 따라 검사유닛을 교체해 주어야 한다.

일반적으로 사용되는 기존 LED TV 검사 장비의 입출력 사양은 LED TV의 사양에 따라 매우 유동적이므로 LED TV 검사유닛은 LED TV의 크기와 전류 사양에 따라서 적절한 LED 검사 장비를 사용해야만, 안정적인 LED TV를 생산하는 검사 장비로서 기능을 갖출 수 있다. 다시 말하자면, 기존 LED TV 검사장비는 한 가지 종류와 크기의 LED TV 모델만을 구동 할 수 있도록 개발되었다. 따라서 현재 많은 종류와 크기의 LED TV를 생산하기 위해서는 패널 종류에 맞는 많은 종류의 검사 장비가 필요하고 생산라인에서 LED TV의 종류와 크기가 바뀔 때마다 검사 장비를 교체하기 위한 시간과 불편

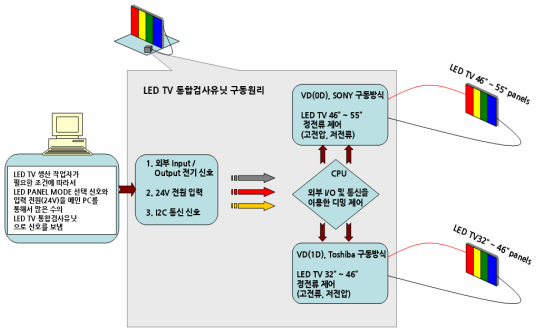
함이 따르고 또한 구입에 따른 생산 비용도 증가하는 문제점이 있다.

본 연구에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서 다양한 종류와 크기의 LED TV를 생산하는 과정에서 다양한 LED TV를 검사할 수 있는 LED TV 통합검사유닛을 개발하고자 한다. LED TV 통합검사유닛은 생산라인에서 검사하고자 하는 LED TV의 종류나 크기가 변경되어도 검사 유닛을 변경하지 않고 한 대의 검사유닛으로 검사를 할 수 있다.

3. LED TV 통합검사유닛

3.1 LED TV 통합검사유닛의 구동원리

LED TV 통합검사유닛의 구동원리는 [그림 2]과 같다.



[그림 2] LED TV 통합검사 유닛 구동원리

LED TV 통합검사유닛은 검사 시스템과 연결되어 있으며, 생산 라인에 LED TV가 들어오면 작업자는 TV와 LED TV 통합검사유닛을 연결한다. 작업자가 LED TV의 모델을 스캔하면 검사 시스템에서 LED TV 통합검사유닛에게 24V 전원과 전기신호 그리고 통신 신호를 보낸다. 통합검사유닛은 LED TV의 종류를 인식하고 종류에 알맞게 제어하여 구동시키며 검사를 한다. 검사 중 LCD 패널 또는 LED에 이상이 발생할 경우에는 통합검사유닛이 검사를 멈추고 LED TV에 보내는 전원을 차단하고 검사 시스템에게 문제가 있음을 알린다.

예를 들어 LED TV가 Vf 3.2V에 20mA짜리 LED소자가 직렬로 10개가 구성되어 있다면 10개의 LED 소자를 구동하기 위해 32V의 전압이 필요하며 전류는 20mA가 흐르게 되며, 병렬로 10개가 구성되면 10개의 LED 소자를 구동하기 위해 3.2V의 전압과 200mA의 전류가 흘러야 된다. 따라서 LED TV의 종류에 따라서 통합검사유닛은 적절한 전압을 출력시키고 전류를 제어하여 TV를 구동하면서 검사를 하게 된다. 이러한 검사 공정은 LED TV 생산에서 꼭 필요한 과정이다.

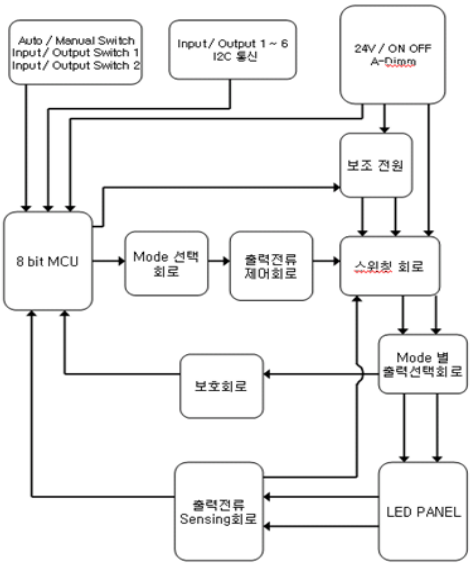
3.2 하드웨어 설계

본 연구에서 개발하는 LED TV 통합검사유닛은 삼성 계열의 생산라인에서 사용되고 있는 LED LCD 종류에 맞추어 설계하였다. 통합검사유닛의 개발 사양은 다음과 같다.

- 동작 전압 : 입력 24V, 출력 Max 0~200mA, 0~500V
- 통신제어방식 : RS-232통신제어 방식, I2C 통신제어 방식, 외부 I/O제어
- 아날로그 디밍 : 0~3.3V 가변해서 MODE별 130mA~150mA 설정 가능 한 기능
- 제어모드 : 수동 조절 모드와 자동 조절 모드 지원
- 출력커넥터 다양성 : 여러 inch의 LED LCD에 맞는 커넥터 장착
- 구동 범위 : 32inch LED LCD ~ 55inch LED LCD
- 케이스 : 검사 장비로서의 편리한 조작과 설치가 용이한 슬림 사이즈로 제작

설계는 [그림 3]와 같이 8bit MCU, Input/Output 스위치, Mode 선택 회로, 출력 전류제어회로, 스위칭 회로, 보호회로, Mode 별 출력 선택회로 등으로 구성하였다.

검사 시스템으로부터 LCD의 타입 정보를 받으면 MCU에서 신호를 분석하여 Mode를 선택하고, 출력 전류제어와 스위칭 회로를 통해서 구동하고자 하는 패널에 알맞은 전원을 공급한다. 이때 출력 전류 센싱 회로에서 과전압 또는 과전류가 탐지되면 MCU에서 전원 공급을 차단하고 오류를 알린다. LED TV 통합검사유닛에서 현재 지원하는 LED LCD의 타입은 Sony 11년향, VD향(0D, 1D), Toshiba향으로 32, 40, 46, 55 인치를 지원하도록 설계하였다. [표 1]은 테스트 시스템과 연결된 6개의 I/O에 의해 지원하고 있는 제품의 종류(Mode)에 대한 구별과 패널들의 LED가 사용하는 표준 전류 값의 사양을 보여주고 있다.



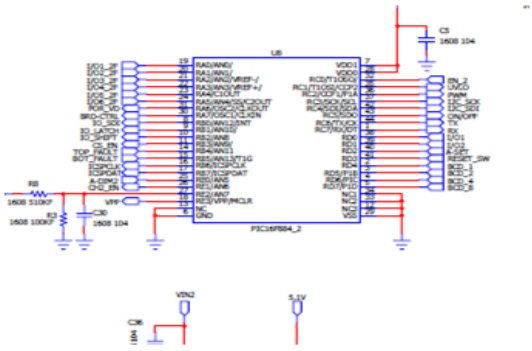
[그림 3] LED TV 통합검사유닛의 회로 구조도

〈표 1〉 패널들의 I/O제어와 표준출력전류(O:0V, 1: 3.3V)

EX_ I/O 1	EX_ I/O 2	EX_ I/O 3	EX_ I/O 6	EX_ I/O 5	EX_ I/O 4	MODE	OUTPUT CURRENT (채널당)
O	O	O	O	O	O	OFF MODE	-
O	O	-	-	-	-	Toshiba향	140mA (±9mA) A-Dimm : 0~3.3V (130mA ~ 150mA)
O	1	-	-	-	-	VD향 (OD)	215mA (±9mA) A-Dimm : 0~3.3V (210mA ~ 220mA)
1	O	X	X	X	X	SONY 11년향	OFF
		O	O	O	O		80 mA (±4mA)
		O	O	O	1		90 mA (±4mA)
		O	O	1	O		95 mA (±4mA)
		O	O	1	1		100 mA (±4mA)
		O	1	O	O		110 mA (±9mA)
		O	1	O	1		120 mA (±9mA)
		O	1	1	O		130 mA (±9mA)
		O	1	1	1		140 mA (±9mA)
		1	O	O	O		70 mA (±4mA)
		1	O	O	1		150 mA (±9mA)
		1	O	1	O		160 mA (±9mA)
		1	O	1	1		170 mA (±9mA)
1	1	-	-	-	-	VD향 (1D)	100mA (±4mA) A-Dimm : 0~3.3V (90mA ~ 110mA)

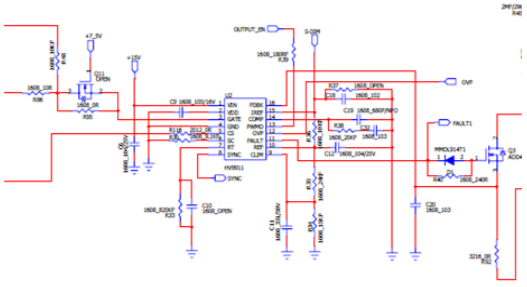
LED TV 통합검사유닛은 <표 1>의 표준 전류 값의 오차 범위 안에서 입력을 하여 LED TV를 구동시키고 그 결과 값을 받아서 현재 패널과 패널에 장착된 LED에 오류가 있는지는 검사하게 된다. 오차 범위를 벗어난 값이 발생되면 LED TV에 오류가 있음을 알린다.

[그림 4]은 [그림 3]의 8bit MCU에 대한 회로 설계이다.



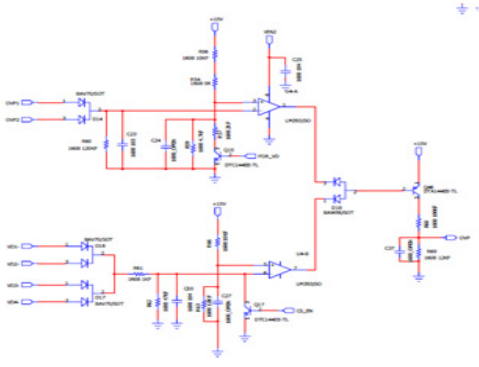
[그림 4] 8bit MCU의 회로도

MCU는 출력 종류에 대한 구분과 보호회로의 동작(이상 유무 신호)과 외부/내부 I/O 신호, I2C 통신 신호를 제어한다. [그림 5]은 출력제어 회로와 스위칭 회로 설계이다.



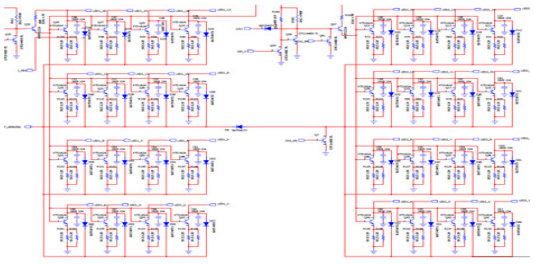
[그림 5] 출력제어 회로와 스위칭 회로

[그림 6]은 보호 회로를 나타내며 모드별 출력 선택회로에서 선택된 패널의 종류에 따라 적정 전압과 전류가 제공되도록 과전압, 과전류를 검출하기 위한 회로이다.



[그림 6] 보호 회로

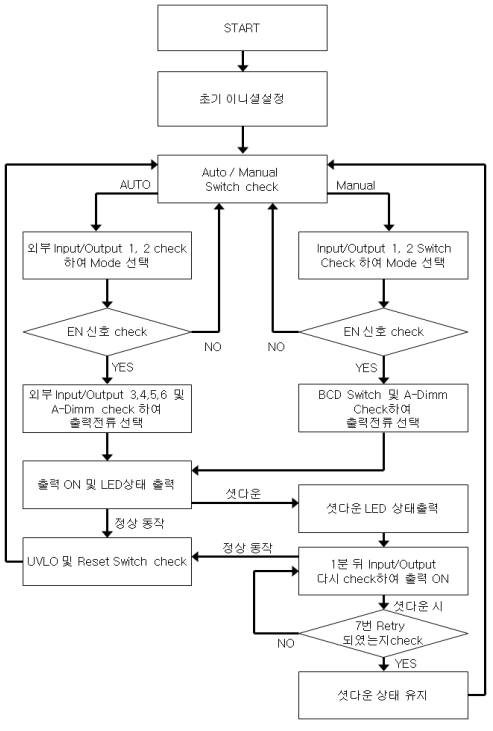
[그림 7]은 출력 전류 센싱 회로로 패널 내에 흐르는 과전압 또는 과전류의 오류를 탐지하며, 오류가 탐지되면 MCU에서 전원 공급을 차단하고 오류를 알린다.



[그림 7] 출력 전류 센싱 회로

3.2 소프트웨어 설계

LED TV 통합검사유닛에서 사용되는 프로그램은 통합검사유닛을 구동하고 제어하기 위해 MCU에서 동작하는 프로그램으로 C 언어로 작성되었으며 알고리즘은 [그림 8]과 같다.



[그림 8] 펌웨어 프로그램 알고리즘

동작 순서는 LED TV 통합검사유닛을 상태를 초기화하고, AUTO/MANUAL에 대한 입력 신호를 확인하여 AUTO일 경우에는 외부 I/O 신호를 받아 동작하고 MANUAL일 경우에는 내부 I/O 신호 따라 동작한다. I/O 신호에 따라 Input/Output Mode를 선택 후 Enable 신호를 전달하여 외부 Input/Output 3, 4, 5, 6 및 A-dimm Check하여 출력전류를 선택하고, 출력 On 신호를 발생하여 출력 동작을 한다.

정상 동작 시 UVLO 및 보호회로를 확인하여 주기적으로 소프트웨어 반복 동작을 하고 오류 시에는 출력전류를 차단하고 셧다운 LED를 동작 시킨다.

새로운 패널을 지원하고자 할 경우에는 프로그램을 업데이트만 하면 적용할 수 있어 다양한 패널에 적용할 수 있으며 RS 232 통신을 통해 테스트 시스템과 제어 정보 또는 오류 정보 등을 교류할 수 있는 장점이 있다.

4. 실험

LED TV 통합검사유닛의 실험은 두 가지로 나누어 실험하였다.

첫째, 다양한 패널 사양에 따라 요구하는 전류 값의 입력 테스트

둘째, LED 5EA를 파손하였을 경우 통합검사유닛의 오류 동작 테스트

첫 번째 실험은 LED TV 통합검사유닛이 LED 패널에 전원을 공급할 때 LED 패널이 요구하는 사양에 맞는 전류를 오차 없이 공급하는지는 12개의 종류에 대해서 <표 2>와 같이 테스트를 하였다. 1ch와 2ch는 한 개의 패널에 LED바가 양쪽 두 개가 설치되어 있음을 의미한다. 실험은 상온 25℃에서 Scope 장비를 이용하여 차수당 10회 반복하여 평균을 구하였으며 5차에 걸쳐서 테스트를 하였다. 실험 결과 모든 오차가 ±2mA 범위로 다양한 종류의 패널에 전원을 공급하는데 문제가 없음을 보였다.

두 번째 실험은 임의로 5EA를 파손하여 LED TV 통합검사유닛을 동작하였을 경우 LED TV 통합검사유닛의 동작 상태와 패널을 통해 사용되는 전압을 확인하였다. 5EA 이하를 파손하였을 경우에는 패널의 밝기의 차이를 직접 눈으로 느끼기가 어려우며 오차범위를 넘지 않는 경우가 있어 실험 조건을 5EA를 파손하였다.

〈표 2〉 다양한 패널들에 대한 전원 공급 테스트

LED PANEL SPEC. (mA)	LED TV통합검사유닛 TEST결과											
	1차		2차		3차		4차		5차		평균	
	1ch	2ch	1ch	2ch	1ch	2ch	1ch	2ch	1ch	2ch	1ch	2ch
80 mA	81,2	81,5	81,5	81,5	81	81,3	81,3	81,5	81,1	81	81,22	81,36
90 mA	91,5	91,2	91,5	91,2	91,2	91,2	91,3	91,5	91,5	91,5	91,4	91,32
95 mA	95,3	94,7	94,9	94,9	95,1	95,3	94,7	95	95,1	96	95,02	95,18
100 mA	100,1	100,2	100,1	100,5	100,1	101	100,5	101	100,5	101,1	100,26	100,76
110 mA	110,5	111	111,3	111,5	111,3	110,8	111,8	110,7	110,5	110,9	111,08	110,98
120 mA	120,1	119,3	120,5	119,9	120,6	119	120,1	120,5	120,5	120,5	120,36	119,84
130 mA	130,6	131,3	131,2	130,6	130,2	131,6	131,2	131	130,8	131	130,8	131,1
140 mA	139,2	141,3	139,5	139,9	140,9	141,3	139,5	140,5	141,6	139,9	140,14	140,58
70 mA	70,2	70,1	70	70,3	70,3	70,1	70,3	70,2	70	70,1	70,16	70,16
150 mA	150,5	151,9	152	150,6	151,1	150,7	150,1	151,1	150,5	151,6	150,84	151,18
160 mA	158,1	159,1	158,3	158,8	159	158,9	159	158,8	159,1	159,1	158,7	158,94
170 mA	170,2	169,9	169,8	170,5	170,1	170,1	169,7	169,7	170,2	169,8	170	170

〈표 3〉 다양한 패널의 오류에 대한 테스트

Panel SPEC	A	B
80 mA	3.45V	3.26V
90 mA	3.48V	3.3V
95 mA	3.51V	3.32V
100 mA	3.53V	3.35V
110 mA	3.56V	3.37V
120 mA	3.6V	3.41V
130 mA	3.62V	3.43V
140 mA	3.65V	3.46V
150 mA	3.68V	3.48V
160 mA	3.71V	3.52V
170 mA	3.75V	3.56V

<표 3>은 두 번째 실험의 결과를 보이고 있다. <표 3>의 A는 정상상태에서의 전압을 나타내고 B는 LED 5EA를 파손하고 측정한 결과이다. 모든 사양의 조건에서 정상 상태에서의 표준 전압 보다 대략 0.2V가 낮게 인식되는 것으로 확인 되었으며, 이 경우 LED TV 통합검사유닛은 모든 입력 전류를 차단하면서 셧다운 LED가 점등되었다.

두 가지 실험 결과, LED TV 통합검사유닛은 다양한 종류와 크기의 LED TV에 적절한 입력 전류를 보냈으며 오류 발견도 정상적이었다.

5. 결론

본 연구에서는 LED TV 검사 유닛을 다양한 LED TV의 검사를 모두 수용할 수 있는 멀티형(통합형)으로 개발하였다. LED TV 통합검사유닛을 멀티형으로 개발하기 위해서 출력 전류를 80mA ~ 215mA으로 다양한 출력으로 만들고 LED BLU의 상태를 확인 하는 기능, 디밍(밝기 조절)기능 및 장시간 사용 시 열 발생 완화기능 등을 구현하였다. 또한 케이스는 검사장비로서의 편리한 조작과 설치가 용이하도록 Slim Size로 개발하였다. 또한 하드웨어로 처리하기 복잡한 부분과 향후 업그레이드를 해야 하는 부분을 프로그램으로 만들어 유연성 있는 제품을 개발할 수 있도록 하였다.

그 결과 LED TV 통합검사유닛은 생산 라인에서 LCD 패널 크기가 바뀔 때마다 LED TV 검사 유닛을 교체할 필요가 없으며, 다양한 패널 크기에 따른 각각의 검사 유닛을 가지고 있을 필요가 없기 때문에 생산 환경에서 편리함과 비용을 절감할 수 있을 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

[1] 고훈준, 장경수, 오주영 “LCD 패널의 불량을 검출하는 검사용 LED BLU 개발,” 한국콘텐츠학회논문지, 제10권, 제5호, pp.62-69, 2010.

[2] 김중현, “LCD TV에서 LED TV로,” 광학기술 제14권 제2호, pp. 56-58, 2010.

[3] 김진희, “제2의 성장기 LED BLU 시장,” 정보통신연구진흥원 주간기술동향, 1395호, 정보통신연구진흥원, pp.44-49, 2009.

[4] 김차연, “BLU 기술 동향,” 한국광학회 2008년 하계 학술발표회 논문집, pp.347-348, 2008.
[5] 박유철, 김희준, 채균, 백주원, “다분할 디밍구조를 갖는 LED BLU 구동회로에 관한 연구,” 전기학회 논문지, 제58권, 제2호, pp.292-3000, 2009.
[6] 알랜디비즈, “LED TV 시장 동향,” EIC 매거진 통권 제8호, pp.10-16, 2009.
[7] M. Anandan, “LED Backlight for LCD/TV Monitor: Issues that Remain,” SID'06 Digest, Vol.37, No.1, pp.1509-1512, 2006.
[8] M. Anandan, “LED Backlight: Boost to LCD TV,” Proc. of 2nd Americas Display Engineering and Applications Conference, pp.25-27, 2006.
[9] C. -C. Chen and C. -Y. Wu, “LED Back-Light Driving System for LCD Panels,” IEEE APEC'06, pp.381-385, 2006.
[10] H. Chen, J. Sung, T. Ha, Y. Park, and C. Hong, “Backlight Local Dimming Algorithm for High Contrast LCD-TV,” Proc. of Asian Symposium on Information Display, pp.168-171, 2006.

고 훈 준

・1998년 : 인하대학교 공학사
・2000년 : 인하대학교 전자계산공학과 (공학석사)
・2004년 : 인하대학교 전자계산공학과 (공학박사)
・2004년~현재 : 경인여자대학교 교수
・관심분야 : 컴퓨터 음악, 음악검색, 웹서비스 등
・E-Mail : hjkouh@kic.ac.kr