

제목 : SEAT ADJUSTER MOTOR MEMORY TESTER

성명 : 전세형

직책 : 대표이사

회사 : (주)이노템즈

사용한 NI제품명

PCI-5102 (2EA), PCI-6220 (1EA), PCI-6514 (1EA), LabVIEW 7.1,

NI-SCOPE VERSION 2.7, Report Generation Toolkit, Signal Processing Toolkit

## 요약

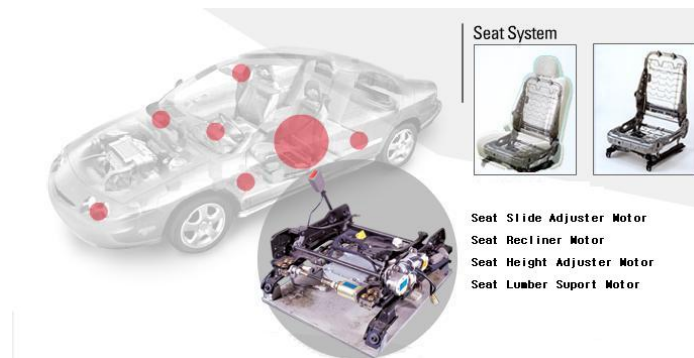
Seat Adjuster Motor Memory Tester는 자동차의 시트(seat)에 장착되는 핵심부품인 SAM(Seat Adjuster Motor)의 각종 불량 상태를 검사하는 시스템이다.

SAM은 3개의 직류전기모터(이하 모터라 함)가 병렬 연결되어있고, 각각의 모터에는 Hall IC가 직렬로 연결되어 모터축의 회전위치를 전류신호로 변환하여 제어장치에 전달하는 기능을 한다. 즉, 회전기구와 그 회전위치를 검출하는 센서가 통합된 장치이다.

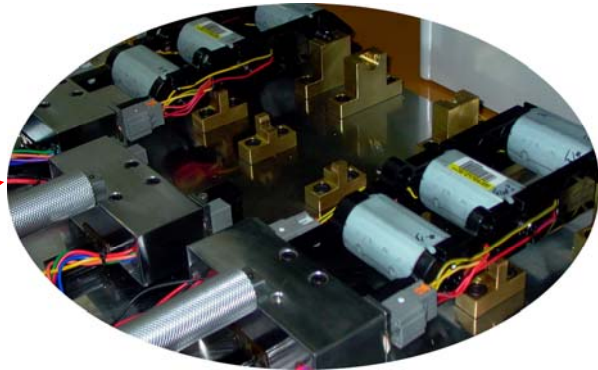
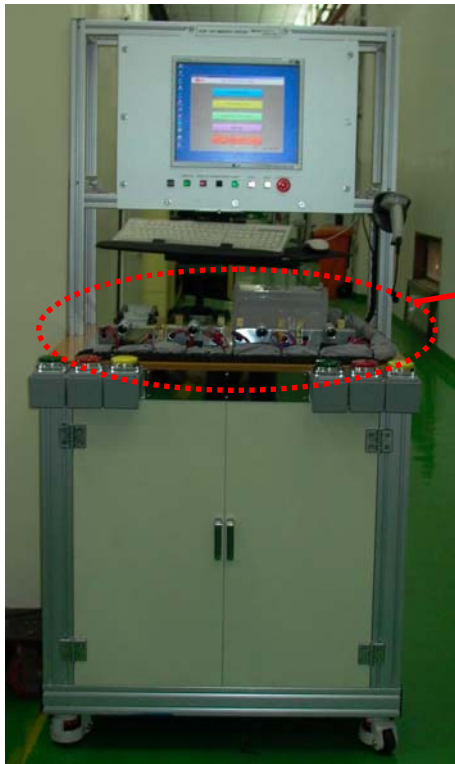
이와 같은 SAM은 각 모터의 출력전류, 출력전압 특성이 바로 SAM 자체의 성능과 동작에 영향을 미치므로 이러한 파라미터의 특성을 정확하게 검출하고, 제품의 이상유무를 판단하는 것이 중요하다. 이러한 출력 특성은 구체적으로 Hall IC 센서의 Frequency, Current High, Current Low, Current Peak to Peak, Rising Time, Falling Time, Logic High Period, Logic Low Period, Duty Ratio, Signal Sequence 등이 있다.

상술한 출력 특성은 PCI 5102 Oscilloscope board를 사용하여 계측하고, 모터의 입력전압 및 전류 등은 PCI 6220을 이용하여 계측하였다. 각 출력단자에는 릴레이(relay)를 설치하고, 이들의 출력접점을 PCI 6514 Digital I/O board에 연결하여 LabView로 작성된 프로그램 순서에 따라 자동으로 검사할 수 있도록 구성하였다.

이로써, SAM의 전기결선 불량, 모터의 고정자(stator) 불량을 검출할 수 있고, 출력특성을 시험자가 모니터링 함으로써 모터의 성능을 판단할 수 있어서 양질의 제품을 생산할 수 있게 되었다.



- 그림1. Seat Adjuster Motor의 사용처 -



- 그림2. SAM Memory Tester-

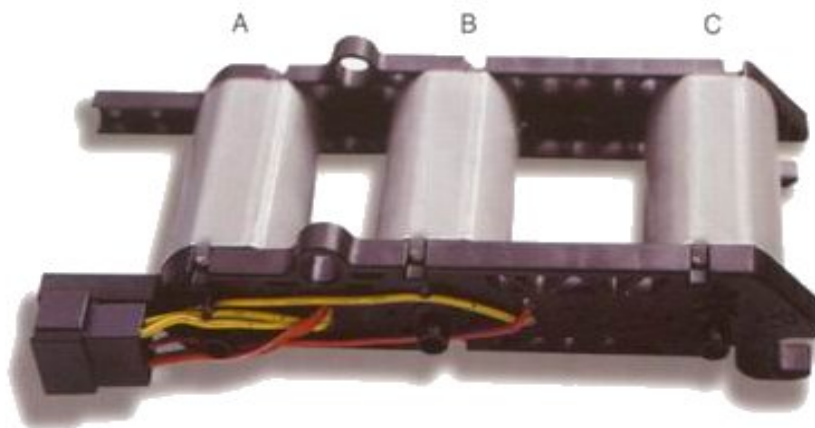
## 개발배경

자동차 Seat는 운전자를 차량의 충격으로부터 보호하고, 쾌적한 운전환경을 제공해주는 역할을 한다. 특히 SAM은 Seat를 운전자의 체형에 맞도록 부가기능들을 제공하는 장치이다. SAM을 제조 공정에서 철저히 검사하여 출하하지 않으면, 제품의 결함은 완성차에서 나타나게 된다. 이로 인한 손실은 Seat 전체를 교체하는 비용 (SAM은 Seat 내부에 장착 된다) 뿐만 아니라, 완성차 제조사의 이미지 손실은 계산으로 추정할 수 없는 금액이기도 하다. SAM의 기존 검사 방법은 작업자가 전 제품을 3회 이상 수작업으로 검사하여 출하를 하였다. 그러나, 오결선, 마그네틱 파손, Hall 센서 이상 등의 결함제품이 출하되었고, 수천, 수억 원의 Claim이 발생하였다. 문제의 원인은 단순 반복 작업으로 인한 작업자의 실수와 Oscilloscope 파형을 작업자가 잘 못 판단한 것에 기인하였다. 따라서 당사와 관계사가 “SEAT ADJUSTER MOTOR MEMORY TESTER”를 PC Based로 개발을 수행하기로 하였다.

## 본론

### 1. SAM의 구조

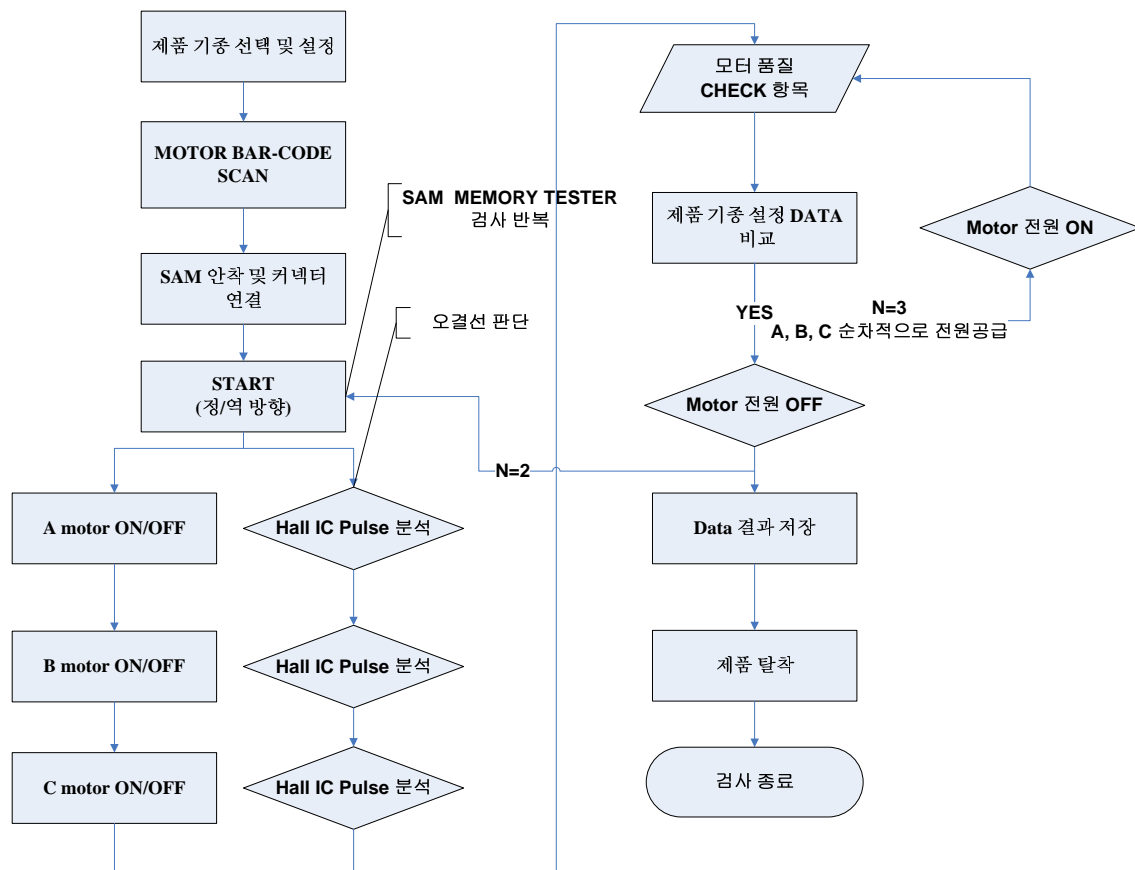
SAM은 1SET당 Motor 3개와 Hall IC 3개로 구성이 되어 있습니다. A모터는 좌석 받침대의 각도를 조절하고, B모터는 좌석의 업 다운을 하는 기능이고, C모터는 좌석의 전, 후진을 조절한다. A, B, C Motor, 그리고 각각의 Hall IC Sensor는 모터의 회전에 관계되는 파형을 발생한다.



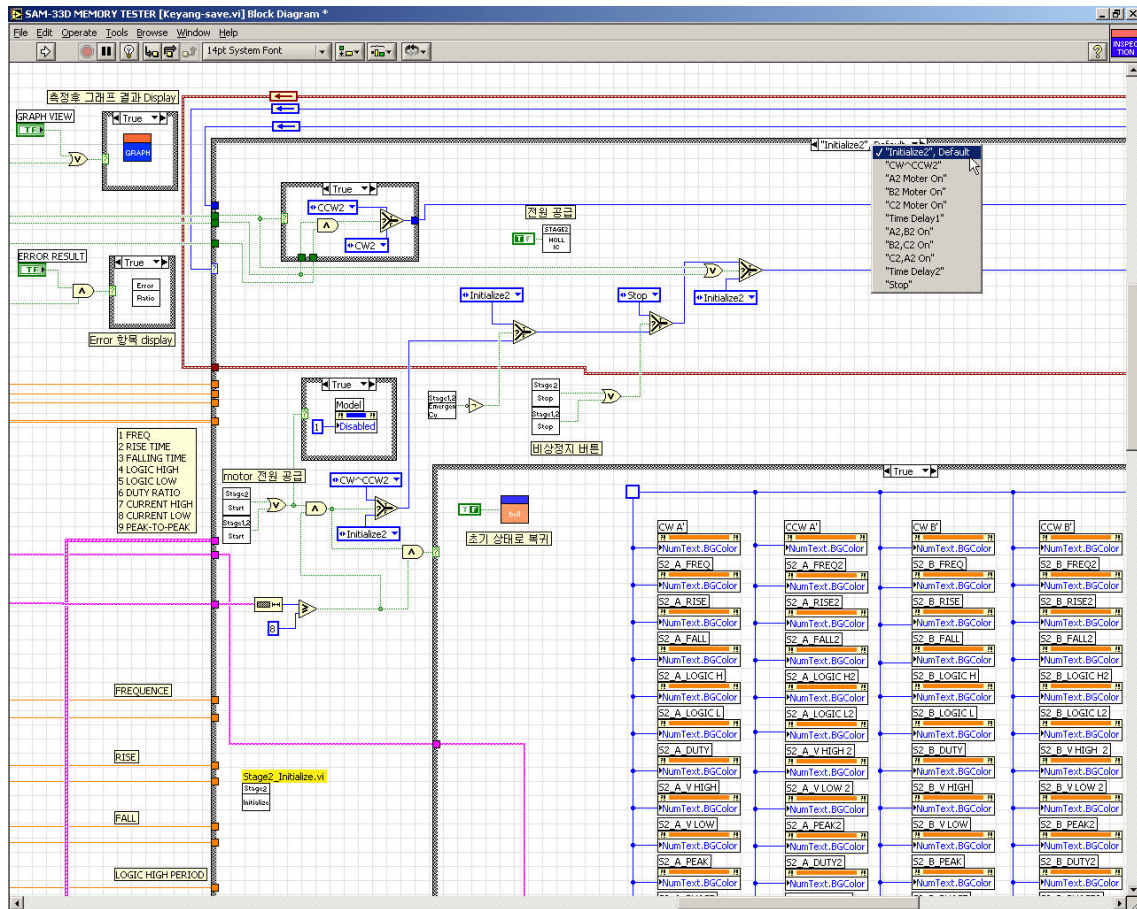
- 그림 3. SAM(Seat Adjust Motor) 제품 -

## 2. System의 구성도

SAM MEMORY TESTER는 2 SET의 Module이 각각 작동하게 되어 있으며, loop의 사용을 최소화하고, 프로그램의 수정이 용이하도록 State Machine을 사용하였다. 아래 그림 4는 전체적인 S/W을 구성을 나타내며, 그림 5는 LabVIEW Block Diagram을 부분적으로 나타내고 있다.



- 그림 4. S/W 구성도 -



- 그림 5. LabVIEW Block Diagram-

### 3. 프런트패널

#### - Setting 부

아래 그림 6은 프로그램 Setting부로 프로그램이 실행이 되면 현재 검사 가능한 모델 리스트가 표시되고, 모델에 대한 설정 파라미터 입력 및 새로운 모델을 추가하거나 복사하거나 삭제하는 기능이 있다.

**MODEL SETTING**

**MODEL LIST**

- 2222
- SAM-33D**

Model

**Add**

**Copy**

**Delete**

☐ 3 Error Message

☐ Motor CCW Start

**SAVE**

**RETURN**

**MEMORY TESTER**

VOLTAGE MIN	<input checked="" type="checkbox"/>	11	OFFSET	0.00	RISE TIME MIN	<input checked="" type="checkbox"/>	1
VOLTAGE MAX		13			RISE TIME MAX		100
DUTY MIN [%]	<input checked="" type="checkbox"/>	40	OFFSET	0.422	FALL TIME MIN	<input checked="" type="checkbox"/>	1
DUTY MAX [%]		58	OFFSET	1.800	FALL TIME MAX		100
CURRENT LOW MIN	<input checked="" type="checkbox"/>	7.5			PHASE MIN	<input type="checkbox"/>	0
CURRENT LOW MAX		12.5			PHASE MAX		0
CURRENT HIGH MIN	<input checked="" type="checkbox"/>	27.5			LOGIC LOW PERIOD MIN	<input checked="" type="checkbox"/>	6
CURRENT HIGH MAX		32.5			LOGIC LOW PERIOD MAX		16
FREQUENCY MIN (A, B)	<input checked="" type="checkbox"/>	40			LOGIC HIGH PERIOD MIN	<input checked="" type="checkbox"/>	6
FREQUENCY MAX (A, B)		60			LOGIC HIGH PERIOD MAX		16
FREQUENCY MIN (C)		42			PEAK-TO-PEAK MIN	<input checked="" type="checkbox"/>	17
FREQUENCY MAX (C)		60			PEAK-TO-PEAK MAX		22.5

CW Test ☒ CCW Test ☒ 2 Signal Type ☐

0.5 A B C Motor Test Time 0.5 Time Delay

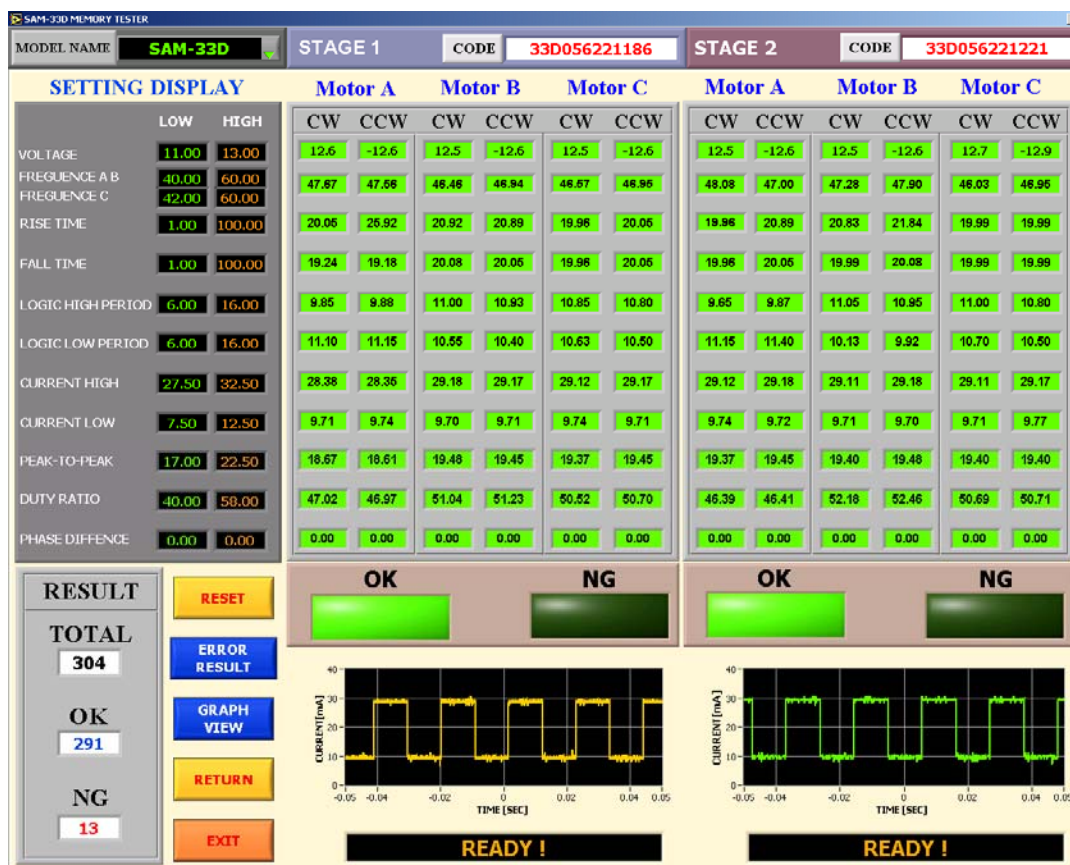
1 AB BC AC Motor Test Time

- 그림 6. Setting Display-



- 메인 화면

프로그램이 실행이 SAM을 ZIG에 안착시킨 후 커넥터 연결을 한 후, 스캐너로 바코드를 읽고 난 뒤에 Hand 스위치를 누르게 되면 모든 검사를 자동으로 수행한다. 그리고 이에 대한 결과를 화면에 판정 결과 및 검사 DATA를 표시하고, 자동으로 저장한다. 검사 시에는 동작 상태 표시 창으로 현재 검사하는 항목에 대해서 표시가 되며, 측정하는 항목 순서대로 화면의 색이 전환이 된다. 검사하기 전에는 백색으로 되어 있다가 검사가 끝난 후에는 합격이면 녹색으로 표시되고, 불합격이면 적색으로 표시가 된다. 이 외에 Total 검사 개수, OK, NG 개수를 표현한다. 아래 그림 7은 프로그램 메인 화면을 나타내고 있다.



- 그림 7. Program Main -

- 저장 및 분석화면

아래 그림 8은 검사 결과를 확인하는 프로그램으로 상단 중앙부분에 검사하고자 하는 날짜를 입력을 하고, OK 버튼을 누르게 되면, 하루 동안의 검사한 리스트가 표시된다. 옵션 선택에 따라 모델에 대한 결과, 모터 종류에 따른 결과, 불량품에 대한 결과 등의 기능이 포함되어 있다. 이 결과에 대한 리스트는 별도의 파일로 저장이 가능하도록 하였다.

Save\_Report.vi

### MEMORY TESTER DATA REPORT

**MODEL NAME**  
SAM-33D

**Motor Select**  
 All ☐ A ☐ B ☐ C ☐

**File Select**  
☐ Total Select  
☐ Number Select

**Total Number**

**Start**  **End**

**NG Only**  
☐

**YEAR**

**MONTH**

**DAY**

**SEARCH FILE**

**File Save As...**

Number	Motor	Test Time	Model	Code	Decision	Motor Volt	-	Duty	-	V-L	-	V-H	-	Freq	-	Rise	-	Fall	-	Phase	-	Logic_L	-	Logic_H
1	A	21/06/2005:12:33:48 AM	2222	330056011024	OK	12.14	OK	48.73	OK	10.48	OK	31.18	OK	46.35	OK	20.06	OK	20.06	OK	0.00	OK	10.52	OK	11.07
1	B	21/06/2005:12:33:48 AM	2222	330056011024	OK	12.50	OK	50.99	OK	10.48	OK	31.92	OK	46.73	OK	20.78	OK	20.78	OK	0.00	OK	10.92	OK	10.50
1	C	21/06/2005:12:33:49 AM	2222	330056011024	OK	12.31	OK	50.46	OK	10.53	OK	31.91	OK	46.95	OK	20.72	OK	19.96	OK	0.00	OK	10.75	OK	10.59
2	A	21/06/2005:12:46:06 AM	2222	330056011024	OK	12.48	OK	48.82	OK	10.48	OK	31.92	OK	47.00	OK	20.02	OK	20.02	OK	0.00	OK	10.37	OK	10.88
2	B	21/06/2005:12:46:06 AM	2222	330056011024	OK	11.60	OK	52.71	OK	10.53	OK	31.91	OK	46.24	OK	19.96	OK	19.96	OK	0.00	OK	11.40	OK	10.23
2	C	21/06/2005:12:46:07 AM	2222	330056011024	OK	12.63	OK	53.71	OK	10.53	OK	31.91	OK	47.06	OK	19.96	OK	19.26	OK	0.00	OK	11.40	OK	9.82
3	A	21/06/2005:12:46:07 AM	2222	330056011024	OK	12.15	OK	50.29	OK	9.74	OK	31.18	OK	46.19	OK	20.02	OK	20.02	OK	0.00	OK	10.90	OK	10.77
3	B	21/06/2005:12:46:07 AM	2222	330056011024	OK	12.47	OK	52.79	OK	9.74	OK	31.18	OK	46.46	OK	20.02	OK	20.02	OK	0.00	OK	11.35	OK	10.15
3	C	21/06/2005:12:46:07 AM	2222	330056011024	OK	12.53	OK	54.43	OK	10.53	OK	31.91	OK	47.28	OK	19.26	OK	19.96	OK	0.00	OK	11.52	OK	9.65
4	A	21/06/2005:10:15 PM	2222	330056011024	OK	11.05	OK	50.24	OK	9.74	OK	31.18	OK	46.62	OK	20.02	OK	20.78	OK	0.00	OK	10.78	OK	10.67
4	B	21/06/2005:10:16 PM	2222	330056011024	OK	12.33	OK	52.92	OK	9.74	OK	31.18	OK	46.67	OK	20.78	OK	19.32	OK	0.00	OK	11.35	OK	10.10
4	C	21/06/2005:10:16 PM	2222	330056011024	OK	12.59	OK	54.29	OK	9.77	OK	31.91	OK	47.56	OK	20.68	OK	20.68	OK	0.00	OK	11.40	OK	9.60
5	A	21/06/2005:30:22 PM	2222	330056011024	OK	12.47	OK	50.29	OK	9.74	OK	31.18	OK	46.95	OK	20.02	OK	20.78	OK	0.00	OK	10.75	OK	10.62
5	B	21/06/2005:30:22 PM	2222	330056011024	OK	12.50	OK	53.04	OK	9.74	OK	31.18	OK	46.67	OK	20.78	OK	20.02	OK	0.00	OK	11.35	OK	10.05
5	C	21/06/2005:30:23 PM	2222	330056011024	OK	12.61	OK	54.30	OK	9.75	OK	31.89	OK	47.73	OK	19.95	OK	20.68	OK	0.00	OK	11.38	OK	9.57
1	A	21/06/2009:29:35 PM	2222	1024	NG	12.63	OK	92.63	NG	-0.42	NG	1.92	NG	90.70	NG	1394.8	NG	459.84	NG	0.00	OK	7.22	OK	0.58
1	B	21/06/2009:29:36 PM	2222	1024	NG	12.63	OK	90.91	NG	-0.42	NG	0.36	NG	3636.3	NG	19.92	OK	19.92	OK	0.00	OK	0.25	NG	0.03
1	C	21/06/2009:29:37 PM	2222	1024	NG	12.63	OK	0.00	NG	-0.42	NG	1.92	NG	1.07	NG	0.00	NG	0.00	NG	0.00	OK	0.00	NG	4.75
2	A	21/06/2009:29:50 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	71.38	NG	-0.42	NG	1.92	NG	78.74	NG	4309.8	NG	109.84	NG	0.00	OK	11.85	OK	4.75
2	B	21/06/2009:29:51 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	87.50	NG	-0.42	NG	0.36	NG	5000.0	NG	19.92	OK	19.92	OK	0.00	OK	0.18	NG	0.02
2	C	21/06/2009:29:52 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	NaN	NG	0.36	NG	1.92	NG	1.60	NG	0.00	NG	0.00	NG	0.00	OK	0.00	NG	0.00
3	A	21/06/2009:30:06 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	0.00	NG	-0.42	NG	1.92	NG	1.07	NG	0.00	NG	0.00	NG	0.00	OK	0.00	NG	4.78
3	B	21/06/2009:30:06 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	0.00	NG	0.36	NG	1.92	NG	1.60	NG	19.98	OK	13.32	NG	0.00	OK	0.00	NG	6.81
3	C	21/06/2009:30:07 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	0.00	NG	-0.42	NG	1.92	NG	1.07	NG	0.00	NG	0.00	NG	0.00	OK	0.00	NG	4.73
4	A	21/06/2009:30:22 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	83.14	NG	-0.42	NG	1.92	NG	40.98	OK	1734.8	NG	409.84	NG	0.00	OK	23.55	NG	4.78
4	B	21/06/2009:30:23 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	0.00	NG	-0.42	NG	1.92	NG	1.07	NG	0.00	NG	0.00	NG	0.00	OK	0.00	NG	0.85
4	C	21/06/2009:30:24 PM	2222	330056011024	NG	12.64	OK	59.40	NG	-0.42	NG	1.92	NG	116.17	NG	409.84	NG	159.84	NG	0.00	OK	6.95	OK	4.75
5	A	21/06/2009:31:08 PM	2222	330056011024	NG	12.62	OK	NaN	NG	-1.20	NG	0.36	NG	1.60	NG	0.00	NG	0.00	NG	0.00	OK	0.00	NG	0.00
5	B	21/06/2009:31:09 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	0.00	NG	-0.42	NG	1.92	NG	1.07	NG	0.00	NG	0.00	NG	0.00	OK	0.00	NG	4.78
5	C	21/06/2009:31:10 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	75.00	NG	-0.42	NG	0.36	NG	10000.0	NG	19.92	OK	19.92	OK	0.00	OK	0.08	NG	0.02
6	A	21/06/2009:31:53 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	5.25	NG	-0.42	NG	1.14	NG	170.21	NG	214.92	NG	164.92	NG	0.00	OK	0.05	NG	0.90
6	B	21/06/2009:31:54 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	0.00	NG	-0.42	NG	1.92	NG	1.07	NG	0.00	NG	0.00	NG	0.00	OK	0.00	NG	3.83
6	C	21/06/2009:31:55 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	66.67	NG	-0.42	NG	0.36	NG	17777.0	NG	9.96	NG	19.92	OK	0.00	OK	0.04	NG	0.02
7	A	21/06/2009:32:08 PM	2222	330056011024	NG	12.62	OK	NaN	NG	-1.20	NG	0.36	NG	1.60	NG	0.00	NG	0.00	NG	0.00	OK	0.00	NG	0.00
7	B	21/06/2009:32:09 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	0.00	NG	-0.42	NG	2.70	NG	0.80	NG	0.00	NG	0.00	NG	0.00	OK	0.00	NG	0.03
7	C	21/06/2009:32:09 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	0.00	NG	-0.42	NG	1.92	NG	1.07	NG	0.00	NG	0.00	NG	0.00	OK	0.00	NG	4.75
8	A	21/06/2009:32:23 PM	2222	330056011024	NG	12.62	OK	NaN	NG	0.36	NG	1.92	NG	1.60	NG	0.00	NG	0.00	NG	0.00	OK	0.00	NG	0.00
8	B	21/06/2009:32:24 PM	2222	330056011024	NG	12.62	OK	85.71	NG	-0.42	NG	0.36	NG	5714.2	NG	19.92	OK	19.92	OK	0.00	OK	0.15	NG	0.02
8	C	21/06/2009:32:25 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	15.37	NG	-0.42	NG	1.14	NG	205.13	NG	314.92	NG	114.92	NG	0.00	OK	0.15	NG	0.83
9	A	21/06/2009:32:44 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	75.00	NG	-0.42	NG	0.36	NG	10000.0	NG	19.92	OK	19.92	OK	0.00	OK	0.08	NG	0.03
9	B	21/06/2009:32:44 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	0.00	NG	-0.42	NG	1.92	NG	1.07	NG	0.00	NG	0.00	NG	0.00	OK	0.00	NG	3.84
9	C	21/06/2009:32:45 PM	2222	330056011024	NG	12.63	OK	0.00	NG	-0.42	NG	1.92	NG	1.07	NG	0.00	NG	0.00	NG	0.00	OK	0.00	NG	0.88

- 그림 8. Save & Analysis -



## 결론

SAM MEMORY TESTER를 구축함으로써

- 1) 생산성 향상
  - 자동 검사 시스템을 도입하면서 제품의 생산성이 향상
- 2) 제품 품질 향상
  - 제품 불량 발생 시 logging된 Data에 의해 원인추적이 가능함으로써 제품 현황을 파악하여, 제품 제작 공정 중 불량발생 부분의 공정이 개선되고, 결과적으로는 생산되는 제품의 품질이 향상됨
- 3) 기업 이윤 증가
  - 불량품 판별 및 불량품 출하를 줄임으로써 손실을 최소화하여 기업 이윤이 증가.
- 4) 효율적 데이터 관리
  - 자동 검사 시스템을 도입하여 불량률의 원인 및 분석이 가능하여 생산에 효율적인 운영을 할 수 있게 되었습니다.
- 5) 공정 운영 효율화
  - 검사공정 작업자의 인력 소요가 감소됨으로써 작업인력의 효율적인 운영이 가능해짐

등의 직간접적인 효과가 발생하였으며, 금전적인 가치는 시스템 구현에 소요된 비용과 비교할 수 없을 정도로 크다. 당사와 관계사는 이 시스템의 미국의 현지 공장에 설치하여 운영 중에 있다.