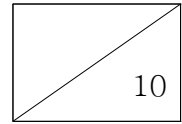


2018년 12월

18ZV9800-01-9361P



연구장비 공동활용센터 운영

Operation of Joint Use Center
for Research Infrastructures

인 사 말 씀

현재 정보통신기술은 IT와 조선, 자동차, 의료, 에너지 등 매우 다양한 분야에 융합화, 복합화가 빠르게 진전되면서 모바일 플랫폼을 기반으로 방송, 통신 융합, 무선통신과 초고속 유선망을 이용한 유선통신의 기술의 발전이 매우 빠르게 진보되고 있다. 또한 정보통신기술은 국내외 기술환경이 급변하고, 기술의 Life Cycle은 단축되고 있으며, 광대역 기술, 컨버전스 기술, 지능형 기술, BT/NT융합기술 등 복합기술 형태의 특성을 보유하고 있다.

이와 같은 환경 하에서 IT중소기업이 살아남기 위해서는 원천기술, HW 및 SW 핵심 시험기술, 시험시설, 측정 장비 등 기술 개발 시 필연적으로 당면하게 되는 문제를 스스로 해결해야 하나, 이러한 당면 문제를 해결하기에는 비용적 문제와 IT중소기업의 구조상 최소인력 운영에 따른 시험 전문 인력, 첨단시설 등을 적기에 활용하기에는 역부족인 상태이다. 현재 우리나라는 9인 미만 제조업체수는 선진국에 비하여 매우 높은 현실로 저부가가치의 영세기업 위주로 구성되어 있으며, 기술 집약형 창업보다 생계형 창업이 주류를 이루고 있고, 기술경쟁력도 선진국에 비하여 낮은 실정으로 이를 극복하기 위하여 IT중소, 벤처기업 지원은 범국가적으로 매우 중요한 추진 과제로 국가 경쟁력의 최우선 사항으로 국가적으로 매우 중요한 현안이다.

ETRI는 정보통신분야의 H/W에서 S/W, 부품에서 시스템까지의 첨단 기술개발 경험과 능력을 보유하고 있으며, 국내 중소기업에 대하여 세계 수준의 시험기술 및 시험인프라를 할 수 있는 다양한 분야의 전문 인력을 보유하고 있다. 따라서 ETRI가 현재 보유하고 있는 첨단 시험시설 및 연구장비를 산,학,연에 One-Stop으로 제공 가능하기 위한 체계적인 시스템을 운영함으로써 연구원의 위상을 강화하고 국가 정보통신 산업의 경쟁력 제고를 기대할 수 있다. 또한 당 연구원 보유 연구 인프라를 중소기업 등에 대한 지원은 범국가적 과제로써 정부출연연구소인 당연구원의 주요 미션으로 국가시책에 부응함과 동시에 국가 경제 발전의 원동력 역할을 수행할 필요가 있다.

아울러 본 과제를 원활하게 추진할 수 있도록 협조하여 주신 관련자 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

2018년 12월

한국전자통신연구원 원장 이 상 훈

제 출 문

본 연구보고서는 내부 연구과제인 “연구장비 공동활용센터 구축·운영” 사업의 결과로서 본 과제에 참여한 아래의 연구팀이 작성한 것입니다.

2018년 12월

연구책임자 : 이동한 (연구인프라협력실, 책임연구원)

연구참여자 : 정재영 (연구인프라협력실, 책임연구원)

요 약 문

I. 제 목

연구장비 공동활용센터 운영

II. 연구목적 및 중요성

- ETRI는 정보통신분야의 H/W에서 S/W, 부품에서 시스템까지의 첨단 기술개발 경험과 능력을 보유하고 있으며, 국내 중소기업에 대하여 세계 수준의 시험기술 및 시험인프라를 할 수 있는 다양한 분야의 전문 인력을 보유하고 있음.
- 특히, IT중소기업의 기술개발 과정에 요구되는 시험측정시설은 고가의 비용이 필요하여 IT중소기업이 가지는 취약점 중의 하나이며, 공공기관이 보유하고 있는 연구인프라를 국내 기업 등이 공동으로 활용할 수 있도록 지원할 필요가 있음.
- 따라서 제품 개발 등에 대한 기술력은 보유하고 있으나 IT중소·벤처기업이 구비하기 어려운 고가의 장비, 시험·인증시설 등의 연구인프라를 공동으로 활용할 수 있는 서비스를 지원하여 IT중소기업의 기술 경쟁력을 향상시키는 것이 매우 중요함.
- (출연연의 역할 변화) 정부가 R&D 지원체계를 중소·중견기업 중심으로 개편하면서, 출연연은 보유 기술과 노하우를 활용해 기업 기술애로를 해결해 주는 기업연구소로서 역할을 하도록 '출연연의 중소기업 R&D 전진기지화'를 추진함. (정부R&D혁신방안, '15.5월)

III. 연구내용 및 범위

- 연구장비 공동활용센터 운영 : 연구원 보유 연구장비(장비, 시험, 테스트베드 등)의 원내/외 공동활용 지원 200건
- 열린시험실 내 수요자 맞춤형 시험지원 항목 구축 1건 이상
- 공동활용 빈도가 높은 연구장비 구입 1건 이상

IV. 연구결과

- 연구장비 공동활용 지원 건수 : 432건
 - 장비지원 : 329건 (원내 : 54건, 원외 : 275건)
 - 시험지원 : 103건 (원내 : 31건, 원외 : 72건)

- 열린시험실 내 수요자 맞춤형 시험지원 항목 구축 : 2건
 - Waveguide를 이용한 Ka-band 전자파차폐성능 측정
 - Free-space 방식을 이용한 X-band 유전율/투자율 측정

- 공동활용 빈도가 높은 연구장비 구입 : 2건
 - RF 부품의 주파수 특성 및 평면재료의 전자파차폐성능 측정을 위한 20GHz Vector Network Analyzer
 - Ka-band 전자파차폐성능 측정을 위한 WR28 Waveguide Calibration Kit

V. 기대성과 및 건의

- 기술적 측면
 - 연구원 보유 연구자원 지원 서비스 제공을 위한 기반 구축으로 연구원과 중소기업 등 산.학.연 상호 상생 협력 기반 확립
 - 고가의 IT 시험 환경 및 장비 활용 지원을 통한 기술 환경 변화에 대한 정보통신 중소기업의 개발기간 단축 및 기술개발 능력 제고

- 경제적 측면
 - 연구자원 집중지원을 통한 연구원 생산 결과물에 대한 기술사업화 활성화
 - 정부 및 대내외 기관에 대한 연구원 고객 이미지 개선 및 고객 만족도 증대
 - 연구자원의 공공성, 효율성 제고 및 연구원 위상 강화

SUMMARY

I. Title

Operation of Joint Use Center for Research Infrastructures

II. Research Objectives and Importance

- ETRI of the ICT sector: H/W on the S/W, from components to the system have the ability to experience and advanced technology development, and for SMEs world-class infrastructure to test techniques and test their expertise in a variety of In the workforce.
- Thus, ETRI currently holds advanced testing facilities and research equipment, production, learning, One-Stop site to be provided by implementing systematic research to strengthen the status of national competitiveness in the telecommunications industry can be expected.

III. Contents and Scope

- Operation of Joint Use Center for Research Infrastructures : Research Infrastructures Support 200
- Establishment of Experiment required by user in Open Laboratory : over 1
- Purchase of frequently used Test Equipment : over 1

IV. Results

- Research Infrastructures Support : 432
 - Test Equipment support : 329 (Inside Institute : 54, Outside Institute : 275)
 - Experiment support : 103 (Inside Institute : 31, Outside Institute : 72)
- Establishment of Experiment required by user in Open Laboratory : 2

- Measurement of Electromagnetic Shielding Effectiveness using Ka-band Waveguide
 - Measurement of Permittivity and Permeability at X-band using Free-space method
- Purchase of frequently used Test Equipment : 2
 - 20GHz Vector Network Analyzer for measuring RF component characteristics and shielding effectiveness of planar material.
 - WR28 Waveguide Calibration Kit

V. Expected Outcomes and Recommendations

- Technical aspects
 - Institute of Research Resources has built a foundation for the provision of support services to SMEs, such as researchers and lay the foundation for mutual cooperation between Industry, academia, and research institute.
 - High utilization of the IT test environment and equipment for environmental change through supporting information and communication technology, small business development time and improve technology skills.
- Economical aspects
 - Research Institute with the support of resource-intensive production technology commercialization for the activation results.
 - Internal and external organizations for the government and researchers to improve your image and increase customer satisfaction.
 - Publicness of research resources, enhance efficiency and research level.
 - Improving growth opportunities by increasing sales through product development and quality development.

CONTENT

Chapter 1. Introduction	1
Section 1. Research Necessity	1
Section 2. Goals and Contents	3
Chapter 2. Main Body	5
Section 1. Research Infrastructures Support	5
Section 2. Establishment of Experiment required by user in Open Laboratory	24
Section 3. Purchase of frequently used Test Equipment	42
Chapter 3. Conclusion	59

차 례

제 1 장 서 론	1
제1절 연구의 필요성	1
제2절 연구목표 및 내용	4
1. 최종 목표	4
2. 연구내용 및 범위	4
제 2 장 본 론	5
제1절 연구장비 공동활용센터 운영	5
제2절 열린시험실 내 수요자 맞춤형 시험지원 항목 구축	23
제3절 공동활용 빈도가 높은 연구장비 구입	42
제 3 장 결 론	59

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 필요성

- 현재 정보통신기술은 IT와 조선, 자동차, 의료, 에너지 등 매우 다양한 분야에 융합화, 복합화가 빠르게 진전되면서 모바일 플랫폼을 기반으로 방송, 통신 융합, 무선통신과 초고속 유선망을 이용한 유선통신의 기술의 발전이 매우 빠르게 진보되고 있음.
- 중소기업은 고용증대 및 부가가치 창출 측면에서 국민경제에서 차지하는 위상이 크기에, 중소기업 지원은 국가 경제발전에 크게 기여함.
 - 중소기업은 우리경제의 핵심근간으로 사업체수 367만개, 종사자수 1,705만명임. 특히 부품·소재 관련 기업의 98.9%를 차지하고 있음.
- 국내외 기술 환경이 급변하고, 기술의 Life Cycle은 단축되고 있는 환경 하에서 IT 중소기업이 살아남기 위해서는 원천기술, HW 및 SW 핵심 시험기술, 시험시설, 측정장비 등 기술 개발 시 필연적으로 당면하게 되는 문제를 스스로 해결해야 함. 그러나 이러한 당면 문제를 해결하기에는 비용적 문제와 IT중소기업의 구조상 최소인력 운영에 따른 시험 전문 인력, 첨단시설 등을 적기에 활용하기에는 역부족인 상태임.
- 중소기업의 기술개발 실패 요인은 기술개발자금 부족(19.3%), 기술 개발 인력 부족 및 이직(26.8%)과 설비 및 장비부족(10.2%)으로 연구장비 등의 지원 필요성이 제기됨.
 - 시험검사장비 보유현황은 50~75% 미만 23.2%, 25~50%미만 20.2%, 100% 보유는 12.1%, 전혀 보유치 않음 7.7%로 조사됨.
 - 중소기업의 세계최고 수준 대비 기술수준은 평균 75.6%, 국내최고 수준 대비 기술수준은 82.7%로 조사됨. (출처 2017년도 중소기업기술통계 조사분석 : 중소기업청)
- 이러한 신속한 기술적 발전에 대한 IT중소·벤처기업은 신제품 개발에 있어서 신기술에 대응하는 고가장비 구입 비용 과다, 고급 전문 기술인력 부족 및 새로운 시험기술 및 시험 인프라 부족 등의 어려움이 가중되고 있는 실정에서 IT중소기업의 기술개발 촉진 및 비용 절감을 위하여 IT유관기관이 보유하고 있는 고가의 장비, 시험 및 제조시설 등에 대해 수요자 요구를 반영하여 지원을 확대할 필요가 있음.
- ETRI는 정보통신분야의 H/W에서 S/W, 부품에서 시스템까지의 첨단 기술개발 경험과 능력을 보유하고 있으며, 국내 중소기업에 대하여 세계 수준의 시험기술 및 시험인프라를 할 수 있는 다양한 분야의 전문 인력을 보유하고 있음.
- 특히, IT중소기업의 기술개발 과정에 요구되는 시험측정시설은 고가의 비용이 필요하여 IT중소기업이 가지는 취약점 중의 하나이며, 공공기관이 보유하고 있는 연구인프라

라를 국내 기업 등이 공동으로 활용할 수 있도록 지원할 필요가 있음.

- 따라서 제품 개발 등에 대한 기술력은 보유하고 있으나 IT중소·벤처기업이 구비하기 어려운 고가의 장비, 시험·인증시설 등의 연구인프라를 공동으로 활용할 수 있는 서비스를 지원하여 IT중소기업의 기술 경쟁력을 향상시키는 것이 매우 중요함.
- (출연연의 역할 변화) 정부가 R&D 지원체계를 중소·중견기업 중심으로 개편하면서, 출연연은 보유 기술과 노하우를 활용해 기업 기술애로를 해결해 주는 기업연구소로서 역할을 하도록 '출연연의 중소기업 R&D 전진기지화'를 추진함. (정부R&D혁신방안, '15.5월)

제 2 절 연구의 목표 및 내용

1. 최종목표

- 연구장비 공동활용센터 운영

2. 연구 내용 및 범위

- 연구장비 공동활용센터 운영 : 연구원 보유 연구장비(장비, 시험, 테스트베드 등)의 원내/외 공동활용 지원 200건
- 열린시험실 내 수요자 맞춤형 시험지원 항목 구축 1건 이상
- 공동활용 빈도가 높은 연구장비 구입 1건 이상

제 2 장 본 론

제 1절 연구장비 공동활용센터 운영

- 연구장비 공동활용 지원 건수 : 432건 (2018-12-20일 기준)
 - 장비지원 : 329건 (원내 : 54건, 원외 : 275건)
 - 시험지원 : 103건 (원내 : 31건, 원외 : 72건)
 - 홈페이지 www.venture119.re.kr를 통한 실적 관리
 - 증빙자료 : 지원신청 내역 (홈페이지에서 확인 가능)

- 이용자 만족도 조사 수행
 - 시기 : 사업종료 1개월 전
 - 대상 : 연구장비 공동활용 1건 이상 이용자 (기관별 대표 1명)
 - 조사 내용 : 만족도 점수, 비용절감, 연구개발 기간단축, 제품 상용화 기여도 등
 - 증빙자료 : 홈페이지에서 확인 가능
 - 집계 결과
 - . 총 응답 : 54개 기관
 - . 만족도 점수(평균) : 9점/10점
 - . 비용절감 : 2,869만원/기업
 - . 제품개발 단축효과(평균) : 3.03개월
 - . 제품 상용화 기여도 : 36.7%

제 2절 열린시험실 내 수요자 맞춤형 시험지원 항목 구축

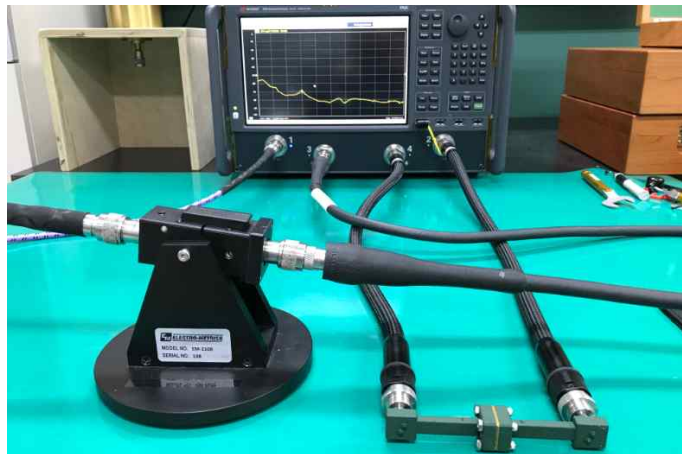
○ Waveguide를 이용한 Ka-band(26.5~40GHz) 전자파차폐성능 측정

- 최근 5G 통신에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 주파수 대역 후보로 거론되고 있는 28GHz 대역 (26.5~28.9GHz)에 대한 주파수 경매가 국내에서 2018년 6월 종료됨.
- 평면 재료의 전자파 차폐 효과를 측정하는 방법으로는 ASTM(American Society for Testing and Materials) D4935-10이 있으며, 30MHz~1.5GHz 주파수 대역에서 Specimen Holder, VNA (Vector Network Analyzer) 등을 이용하여 Specimen Holder에 시료가 있을 때의 수신 전력(P_1)과 시료가 없을 때의 수신 전력(P_2)을 측정 후 아래와 같이 전자파 차폐 효과를 계산함.

$$SE(\text{Shielding Effectiveness}) = 10\log \frac{P_1}{P_2} \text{ (dB)}$$

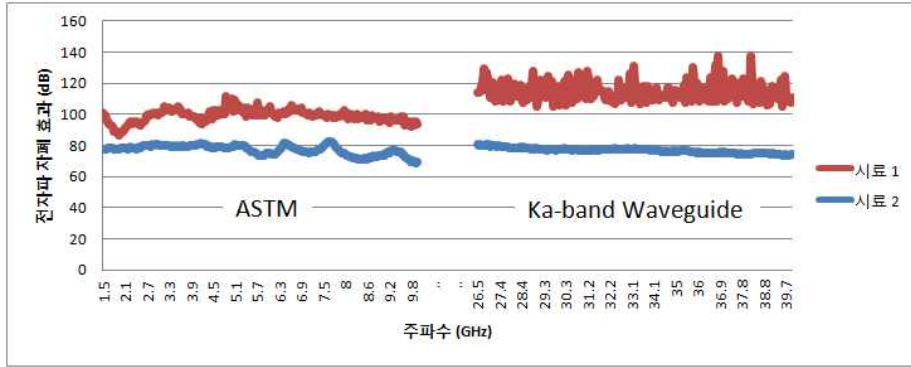
이 때, Specimen Holder 동축 라인의 차단 특성으로 1.5GHz 이상에서는 측정이 제한되나, 측정 가능 주파수를 10GHz까지 확장한 제품이 출시된 상태임. 다만 28GHz 대역 전자파 차폐 효과 측정의 경우 앞서 소개한 방법으로는 불가능하므로, Waveguide를 통해 측정하는 시험 항목을 구축함.

- Ka-band (26.5~40GHz, WR28) Waveguide Calibration Kit을 사용하며, VNA에서 TRL(Thru, Reflect, Line) 방식으로 2 port Calibration을 수행한 후 측정하고자 하는 평면 재료를 WR28 규격에 맞도록 커팅하고, VNA 양쪽 PORT에 위치한 Waveguide to Coaxial Adapter 사이에 체결한 후 S-parameter(S_{21} or S_{12})를 측정 하면 전자파 차폐 효과를 확인할 수 있음.



- 주파수 확장된 ASTM 측정 방법과 Waveguide를 이용한 측정 방법으로 시료 2개에 대해 전자파 차폐 효과를 측정 한 결과 (VNA IF Bandwidth = 100Hz, Average factor=5)

방식	ASTM		Waveguide	
	1.5GHz	10GHz	26.5GHz	40GHz
시료1 SE	101.3dB	94.1dB	113.7dB	110.9dB
시료2 SE	77.5dB	69.7dB	80.8dB	74.0dB

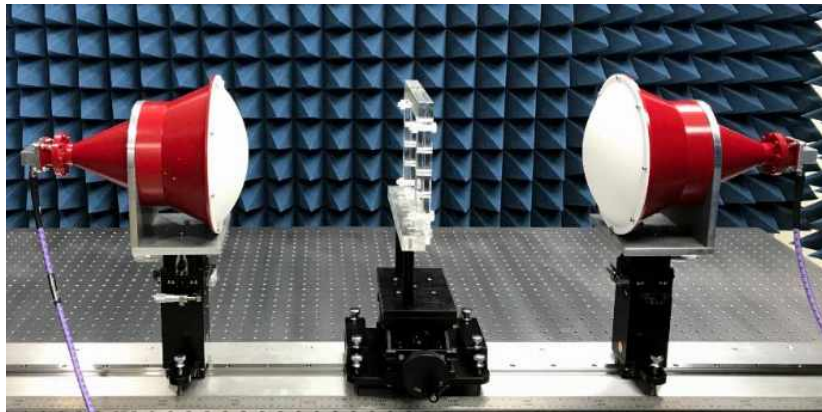


(시료 1 : 두께 70um의 Copper foil, 시료 2 : 두께 50um의 ETRI 개발 시작품)

- 시험 항목 구축 후 잉크테크 및 ETRI ICT소재연구그룹 등에 지속적으로 시험 지원 하는 중이며, 아직까지 국내에서 해당 시험 서비스를 수행하는 기관은 없는 것으로 확인되어 향후 Ka-band에서 개발되는 평면 재료의 전자파 차폐 효과 측정에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대함.

○ Free-space 방식을 이용한 X-band 유전율/투자율 측정

- 자유공간방식을 이용한 물질의 유전율/투자율 측정을 위해 1) X-band (8.2 ~ 12.4 GHz) Spot Focusing 안테나, 2) VNA, 3) 복소 유전율 측정 S/W, 4) 측정하고자 하는 물질을 안테나 사이에 고정시키기 위한 Sample Holder, 5) TRL 교정용 스테이지가 장착된 안테나 마운트, 6) GRL 교정용 Metal Plate 등으로 시스템을 구축함.



- 온도 (23.0±1.0)°C , 습도 (40.0±5.0)% R.H 환경 하에서 교정이 끝난 후 다양한 샘플에 대해 NRW(Nicolson Ross Weir) Model 등을 이용하여 측정한 유전율/투자율 결과값

Sample : Air

Measurement Model : NRW

Thickness : 2mm

Freq. (GHz)	ϵ'	ϵ''	u'	u''
8.2 GHz	1.0011	0.0003	1.0008	0.0001
10.3 GHz	1.001	0	1.0009	0
12.4 GHz	1.0009	0.0003	1.0012	0

Sample : PTFE

Measurement Model : NRW (Fitting)

Thickness : 2mm

Sample Size : 150 x 150mm				
Freq. (GHz)	ϵ'	ϵ''	u'	u''
8.2 GHz	2.0505	0.0017	0.9985	0.0143
10.3 GHz	2.0505	0.0017	0.9985	0.0143
12.4 GHz	2.0505	0.0017	0.9985	0.0143

Sample : Plexiglas

Measurement Model : NRW (Fitting)

Thickness : 1.8mm

Sample Size : 150 x 150mm				
Freq. (GHz)	ϵ'	ϵ''	u'	u''
8.2 GHz	2.7428	0.0439	0.9948	0.0197
10.3 GHz	2.7428	0.0439	0.9948	0.0197
12.4 GHz	2.7428	0.0439	0.9948	0.0197

Sample : Polyimide Film

Measurement Model : NRW (Fitting)

Thickness : 0.1mm

Sample Size : 150 x 150mm				
Freq. (GHz)	ϵ'	ϵ''	u'	u''
8.2 GHz	3.4409	0.0783	1.0243	0.035
10.3 GHz	3.4409	0.0783	1.0243	0.035
12.4 GHz	3.4409	0.0783	1.0243	0.035

Sample : FGM-40

Measurement Model : NRW (Fitting)

Thickness : 1mm

Sample Size : 150 x 150mm				
Freq. (GHz)	ϵ'	ϵ''	u'	u''
8.2 GHz	25.5672	1.1847	2.1607	2.4465
10.3 GHz	25.5672	0.3562	1.5882	2.3645
12.4 GHz	25.5672	2.6621	1.5303	2.022

- 시험 항목 구축 후 세양폴리머, LG전자, ETRI ICT소재연구그룹 등에 시험 지원하였으며, 향후 5G 주파수 대역 후보로 거론되고 있는 Ka-band(26.5~40GHz)에서의 GRL 교정을 이용한 자유공간방식 유전율/투자율 측정 시스템으로 확장할 예정입니다.

제 3절 공동활용 빈도가 높은 연구장비 구입

- RF 부품의 주파수 특성 및 평면재료의 전자파차폐성능 측정을 위한 20GHz Vector Network Analyzer
 - 도입시기 : 2018년 4월 30일
 - 자산번호 : 29-18-00957
 - 제조사 : KEYSIGHT TECHNOLOGIES
 - 모델명 : E5071C
 - 사양 : 300kHz~20GHz, 4 Port, Time Domain Analysis, 3 years Warranty



- 이용 : 전자파차폐성능, 유전율/투자율, RF부품의 주파수 응답 특성 측정 등 구매 후 50건 이상의 시험 지원에 사용하고 있으며, 차년도에도 꾸준히 사용될 예정임.

- Ka-band 전자파차폐성능 측정을 위한 WR28 Waveguide Calibration Kit
 - 도입시기 : 2018년 6월 22일
 - 자산번호 : 29-18-01676
 - 제조사 : FLANN MICROWAVE
 - 모델명 : 22703-4576
 - 사양 : WG22(WR28) Waveguide Calibration Kit, Metrology Bronze, WR28 to 2.4mm(f) adapter 포함



- 이용 : 전자파차폐성능, 유전율/투자율 측정 등 구매 후 10건 이상의 시험 지원에 사용하고 있으며, 차년도에도 꾸준히 사용될 예정임.

제 3 장 결 론

- 중소기업이 국민경제에서 점차 중요한 위상을 차지하기에 그 동안 정 부 및 공공 부문에서는 다양한 중소기업 지원 사업을 전개하고 있음.
- 신속한 기술적 발전에 대한 IT중소·벤처기업은 신제품 개발에 있어서 신기술에 대응하는 고가장비 구입 비용 과다, 고급 전문 기술인력 부족 및 새로운 시험기술 및 시험 인프라 부족 등의 어려움이 가중되고 있는 실정에서 IT중소기업의 기술개발 촉진 및 비용 절감을 위하여 IT유관기관이 보유하고 있는 고가의 장비, 시험 및 제조시설 등에 대해 수요자 요구를 반영하여 지원을 확대할 필요가 있음.
- 따라서 ETRI가 현재 보유하고 있는 첨단 시험시설 및 연구장비를 산,학,연에 One-Stop으로 지원하기 위한 시스템 운영을 위해 다음과 같은 연구목표를 세우고 이번 과제를 통해 수행함.
 - 연구원 보유 연구장비(장비, 시험, 테스트베드 등)의 원내/외 공동활용 지원
 - 열린시험실 내 수요자 맞춤형 시험지원 항목 구축
 - 공동활용 빈도가 높은 연구장비 구입
- 연구원 보유 연구장비(장비, 시험, 테스트베드 등)의 원내/외 공동활용 지원
 - 연구장비 공동활용 지원 건수 : 432건 (2018-12-20일 기준)
 - . 장비지원 : 329건 (원내 : 54건, 원외 : 275건)
 - . 시험지원 : 103건 (원내 : 31건, 원외 : 72건)
- 열린시험실 내 수요자 맞춤형 시험지원 항목 구축
 - Waveguide를 이용한 Ka-band(26.5~40GHz) 전자파차폐성능 측정
 - Free-space 방식을 이용한 X-band 유전율/투자율 측정
- 공동활용 빈도가 높은 연구장비 구입
 - RF 부품의 주파수 특성 및 평면재료의 전자파차폐성능 측정을 위한 20GHz Vector Network Analyzer
 - Ka-band 전자파차폐성능 측정을 위한 WR28 Waveguide Calibration Kit