

EMC & EMP MANAGEMENT & ENGINEERING PROCEDURE

1. GENERAL

The Contractor shall prepare, present and implement an EMC management plan, describing the specific requirements and procedures to check the EMC performance during the engineering, procurement, construction and commissioning phase of the project in order to provide a safety against an electro-magnetic interference under the system operation on the fields.

Where applicable, the plan shall also address EMC interfacing aspects of new and existing installations, including EMP protection systems. Additionally, due attention shall be paid to EMC maintenance aspects for earthing, bonding and over voltage protection as well as instructions for future modifications. The objective of EMC engineering plan is to ensure optimum co-operation between the disciplines involved during the different phases of the project and thus to obtain EMC with minimum costs. The Contractor shall assign names and responsibilities of 'focal points' for each phase of the project. For further requirements with respect to project quality assurance, reference is made to special defined, the contents of which shall be complied with basic related standard and the best experts in the EMC field. The principal procedure shall approve the EMC management plan by auditor and company who placed an order before contract.

2. EMC & EMP ENGINEERING

During the engineering phase, the Contractor shall subject the design of the project to an EMC review, covering at least the following aspects:

- a site survey, in particular when the new facilities will be located in or close to an existing plant area. EMC aspects of interfacing earthing and cabling with co-located plants shall be addressed ;
- identification of inadvertent (power lines, switchgear, lightning etc) and purpose built (civilian & military radio, TV and communications transmitters, power supply scheme) EM sources and EM victims and assessment of possible compatibility problems. For this purpose, an EMC matrix evaluation is an appropriate tool;
- a review of EMP & EMC specifications of electrical and instrument equipment, including FAT results, where applicable;
- an EM zone allocation plan shall be made, addressing the EM levels of the plant areas;
- a review of standard EMC installation and mitigation measures as described in this KTI's preview;
- for lightning prone areas, a risk assessment of critical parts of the installation where equipment damage due to direct strokes and EMP is expected and the specification of any additional EMC measures;
- the submission of proof to the principal either by presenting EMC analysis results or by EMC test plan results that the project meets the requirements as specified in this KTI requirements.
- various computer simulation are required.(EMP distribution diagram, field to cable induced voltage, minimum cable segregation, equivalent potential, building shielding effectiveness...)

2.1 Site survey

The Contractor shall carry out a site survey covering at least the following aspects:

- direct lightning strike probability assessment of the site according to the approach and base data of BS 6651;
- presence of fixed civilian and military TV, radio and communications transmitters on or in the vicinity of the site. The transmitter power and frequency parameters as well as geographical separation shall be determined ;

NOTE: As described in (10), the electrical field strength can be estimated using the expression :

$$E = \frac{\sqrt{30P_t G_t}}{r}$$

with E =electrical field strength [V/m]. P =transmitter power [W] and r =distance between antenna and location under consideration [m].

- presence of significant mobile civilian and military radio and communication transmitters in the site vicinity with particular attention to airfields and ports;
- presence of overhead high voltage distribution lines;
- presence of local cable trenches and cable trunk;
- soil resistivity and other soil properties for determination of earth electrode material and corrosion probability (e.g., salt content, acidity etc.);
- possible future presence of electromagnetic sources related to temporary construction works, e.g., arc welding of piping, power electronics of cranes, etc.

If local field strengths and disturbing potential cannot be estimated on the basis of power, voltage and current parameters, then the relevant electromagnetic parameters may be measured.

The results of the site survey shall be laid down in a site survey report, to be approved by the Principal.

- check on AC power distribution system, SCADA, Isolation trans, high voltage protector(varistor, arrester..., system equivalent potential, UPS.....

NOTE: An example of an installation site survey checklist is given in Annex A (informative) of IEC 61000-5-1 .

2.2 EMC & EMP matrix evaluation

An EMC analysis consisting of a matrix evaluation shall be prepared and evaluated by the Contractor. In this analysis, EM sources and EM victims of the plant facilities are arranged in rows and columns and for each matrix element (source - victim combination) the emission and immunity levels, the coupling path, the EMI potential and the resulting consequences for procurement, construction and commissioning shall be evaluated. All potential EM sources and victims shall be addressed in the EMC matrix evaluation, including external sources like lightning, high voltage distribution lines, broadcast and mobile communications transmitters, and radar transmitters in coastal or airport areas.

NOTE: Equipment may be arranged in a matrix according to system configuration or Manufacturer's delivery,

e.g.,:

- Electrical power generating and distributing systems, including generator management systems ;
- Station Management Systems (SMS);
- Sensor, Signal, Control, Ethernet and Analog Monitoring System

- Distributed Control System (DCS);
- Instrument Protective System (IPS);
- Fire and Gas system (FGS);
- Telecommunication systems;
- Security systems;
- Utilities (lighting, air conditioning, water treatment);
- Installation of co-located plants.

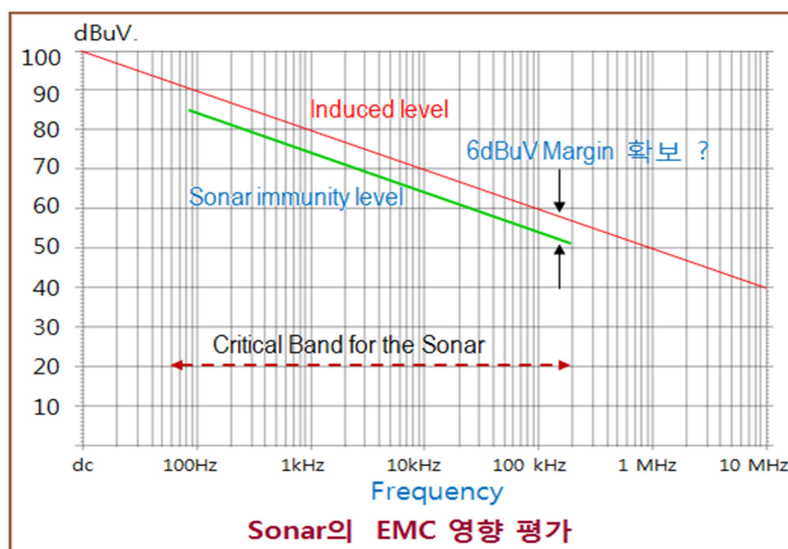
Any specific apparatus or system may be an EM source as well as a possible victim of interference. The results of the EMC matrix evaluation shall be presented in an evaluation report reflecting the conclusions and specific follow-up during procurement, construction and commissioning. The principal shall approve the matrix evaluation report.

Matrix Analysis Examples for submarine;

EM Sensitive's	1	2	3	...
Sources	Bow sonar	Side sonar	Torpedo controller	...
A. VVVF				
B. UPS				
C. SCR 위상 제어기기				
...				

1) EMC analysis between VVVF to Bow sonar(A-1)

- Conducted noise emission (MIL STD 461G, CE Test report or Test) = 35dBuV at 76Hz-200kHz
- Conducted immunity level for the beam forming type sensor(MIL STD 461G CS Test report or was given by the Sonar manufacture) = Max 29 dBuV at 76Hz-200kHz
- Margin calculation:
 $(\text{Emission level} - \text{Susceptibility level}) = 36\text{dBuV} - 29\text{dBuV} = 6\text{dB}$
- Minimum Margin requirement on the system = 6dB
- Result : This result is satisfied the 6dB margin but need to reduce the VVVF conducted emission level or to increase the Sonar VVVF immunity level by way of power, signal isolation and shielding.



2) Major study and analysis for EMP & EMC engineering

- (1) Radiative sources & victims
 - EMP & EMI source defining, analysis and simulation
 - EMP & EMI victims defining, immunity level...
 - Building shielding effectiveness simulation or field test with measuring
 - Cable shield analysis
 - In & out real cable defining, Ethernet, twist, coaxial...
 - Shielded wire bonding
- (2) Conducted sources & victims
 - Cable segregation and coupling simulation between EMI source line to signal line
 - Susceptibility level defining of various signal line, sensor, 4-20mA analog line and all of I/O ports
 - I/O port circuit analysis
 - Field to cable induced voltage and current calculation or simulation
 - Power line harmonics, VVVF, CVCF, SCR phase control system
- (3) Common
 - Equivalent potential of the floor grounding mesh
 - Power distribution system

2.3 EM zone allocation

Further to IEC 61000-2-5, an EM zone allocation plan shall be made by the Contractor to ensure compatibility between EM levels of different types of equipment at different locations. For each EM level, a limited EM zone shall be defined in which a majority of equipment meets a particular EM level. All equipment located in the particular EM zone shall be specified with due regard being given to the corresponding emission and immunity levels. Two EM zones is the minimum for this approach, three EM zones is acceptable, but more than three EM zones shall only be used in exceptional cases, e.g., when very sensitive or very disturbing equipment is being installed.

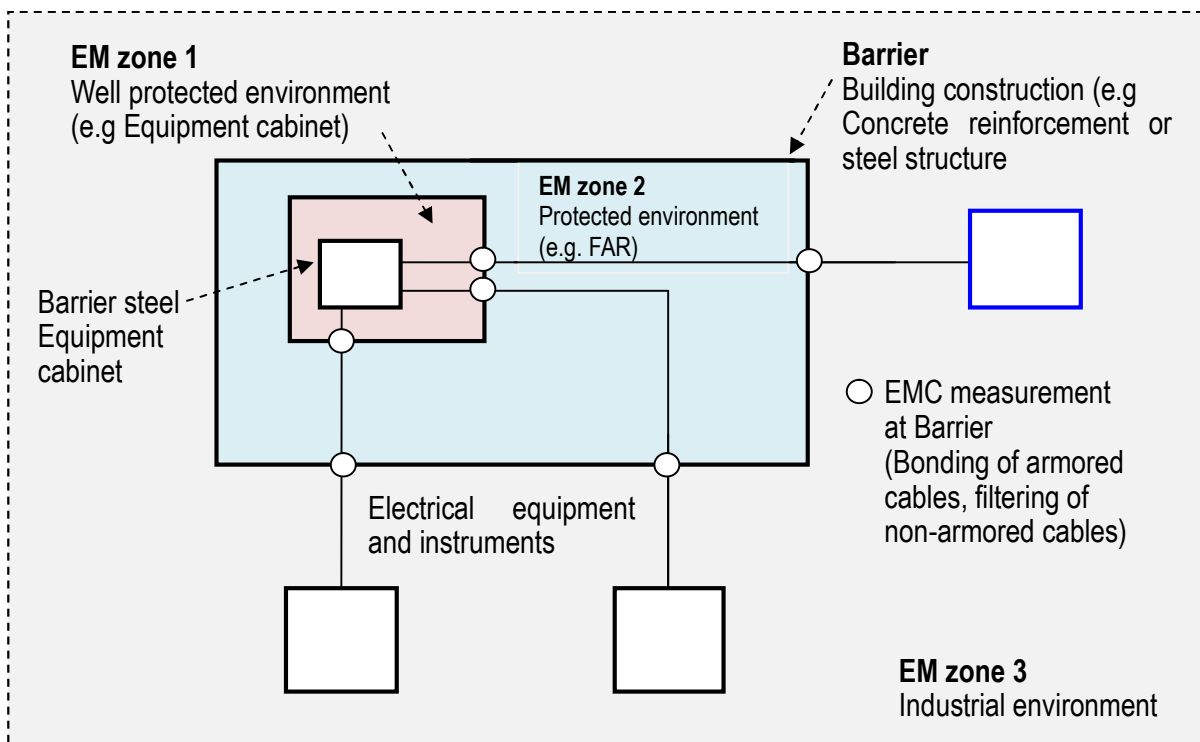


Figure 1. shows an example of (a part of) a typical EM zoning concept.

Boundaries between different EM zones shall be defined as building walls, equipment room walls, equipment cabinets and equipment enclosures . For uniformity and economic reasons, level 2 and level 3 equipment should be used. Level 1 and level 4/level X equipment shall only be used in exceptional cases, as approved by the principal.

NOTES: 1. Special laboratory equipment for use in analyzer houses may be very sensitive, meeting level 2 or even level 1 immunity requirements. This equipment should be installed in a shielded cabinet and due attention shall be given to bonding and filtering of interconnected cabling.

2. Large UPS systems meeting the EN 50091-2 product standard may have higher conducted emission limits than the generic industrial levels. In this case, due regard shall be given to conducted interference and sensitive equipment connected to the same power distribution panel.

With respect to the EMC measures between the EM zones, e.g. at building walls, reference is made to (4.6) of this PTS. The results of the EM zone allocation plan shall be laid down in a report to be approved by the principal.

NOTE: The results of the EM zone allocation can be laid down in one or more plot plans indicating the applicable EM zones and an equipment or system list.

2.4 Specification of EMC & EMP counter measures

During the engineering phase, the Contractor shall specify EMC measures in accordance with this PTS and implement these measures in the design. Where necessary, additional measures may be required as a result of the site survey, EMC matrix evaluation and EM zone allocation plan. The EMC measures shall be specified in a written report to be approved by the principal.

2.5 EMC & EMP risk assessment

The application of low emission and high immunity levels and (additional) EMC installation measures basically introduce higher costs for procurement, construction and commissioning. In many cases, the cost of EMC can be reduced by accepting some predetermined risk or by spreading the risk of EM interference. Where applicable, the Contractor shall carry out a risk assessment covering the following aspects:

- the necessity of requiring increased EMC performance, e.g. due to the large number of thunderstorm days per year. In this context, it could influence on the high voltage protective device degradation like a MOV varistor.
- the costs involved for adequate earthing, related to the soil properties and CP requirements, including maintenance aspects;
- the costs of exceptional EMC equipment specifications;
- assessment of performance criteria according to IEC/EN immunity standards;
- EMI risk and alternative EMC solutions in case of non-compliant deliveries;
- the costs of exceptional EMC installation measures;
- balance between equipment measures and installation measures;

- determination of the risks of failures in plant operation due to reduced compatibility (e.g. redundant control capabilities, communication links through different EM environments);

NOTE: Modern plant management systems rely more and more on (digital) telecom systems and, for remote areas, on radio links. EMC surveys in various plants located in tropical areas have revealed that lightning strikes in telecom towers are a major cause of interference because less attention has been paid to the earthing and bonding of antenna and obstruction light cabling than to earthing and bonding in process areas.

- possibility of taking corrective measures at a later stage (e.g., available space, earthing requirements, required plant shutdown).

The Contractor shall ensure a safe operational mode of the equipment and systems involved.

The results of any risk assessment, covering the acceptance criteria, the risk evaluation method and results as well as costs considerations, shall be laid down in a written report to be approved by the principal.

2.6 PROCUREMENT

The Contractor shall specify EMC requirements, covering area, immunity and performance criteria for all electrical and instrument equipment. The required EM levels shall be based on the EM zone allocation plan.

The Manufacturer/Suppliers' equipment specifications, including EMC installation instructions and testing and inspection results, shall be checked against the EMC requirements, the results of which are to be included in a FAT report which shall be approved by the principal.

2.7 CONSTRUCTION

The Contractor shall deliver proof of a correct implementation of EMC measures during the construction phase. For this purpose the Contractor shall prepare and fill out detailed checklists, covering the EMC measures per category such as earthing and bonding, cable entry inside buildings, layout of equipment rooms, cabinets, junction boxes and field instruments, cable trenches, cable trunking and cable segregation. Interfacing constructions with other installations require specific attention. Particular attention shall also be paid to inspection of bonding measures of concrete reinforcement just before concrete placement.

The Contractor shall deliver as-built drawings covering EMC-measures, including:

- earthing drawings showing the principle of earthing for the (instrument) installation;
- bonding details of civil works, including concrete reinforcement bars and steel structures;
- earth resistance readings of earth electrodes;
- cable trunking plans, including interconnections and interfacing with junction boxes and cabinets;
- typical bonding detail drawings, showing bonding connections of field equipment, metal conduits, piping etc.;
- cable routing plans showing the cable layout following the EMC cable class concept and typical layout of cable trenches.

The construction review involves visual inspection of the installation or (digital) photograph proof of EMC critical parts.

2.8 COMMISSIONING

The Contractor shall deliver the documents as required for the engineering, procurement and construction phase.

On request of the principal, an additional SAT may be part of the acceptance and commissioning procedure where EMC is critical. The principal, or his representative, shall witness the SAT.

2.9 MAINTENANCE

The Contractor shall present, where applicable, a maintenance plan covering maintenance aspect of equipment, installation parts and connections that are critical for maintaining the required level of EMC. The maintenance plan shall include maintenance procedures, instructions for periodic plant shutdowns, inspection schedules and spare parts management.

Typical maintenance work includes the regular inspection of earthing and bonding and continuity testing of cable supports, bonding straps and cable armor, and screen terminations. Furthermore, the following aspects should be addressed:

- cable entry point to segregated areas;
- integrity of equipment EM zoning;
- over-voltage protection devices and filters at the EM zone barriers;
- corrosion effects.
- MOV varistor degradation on each system and components for the elapse of years.

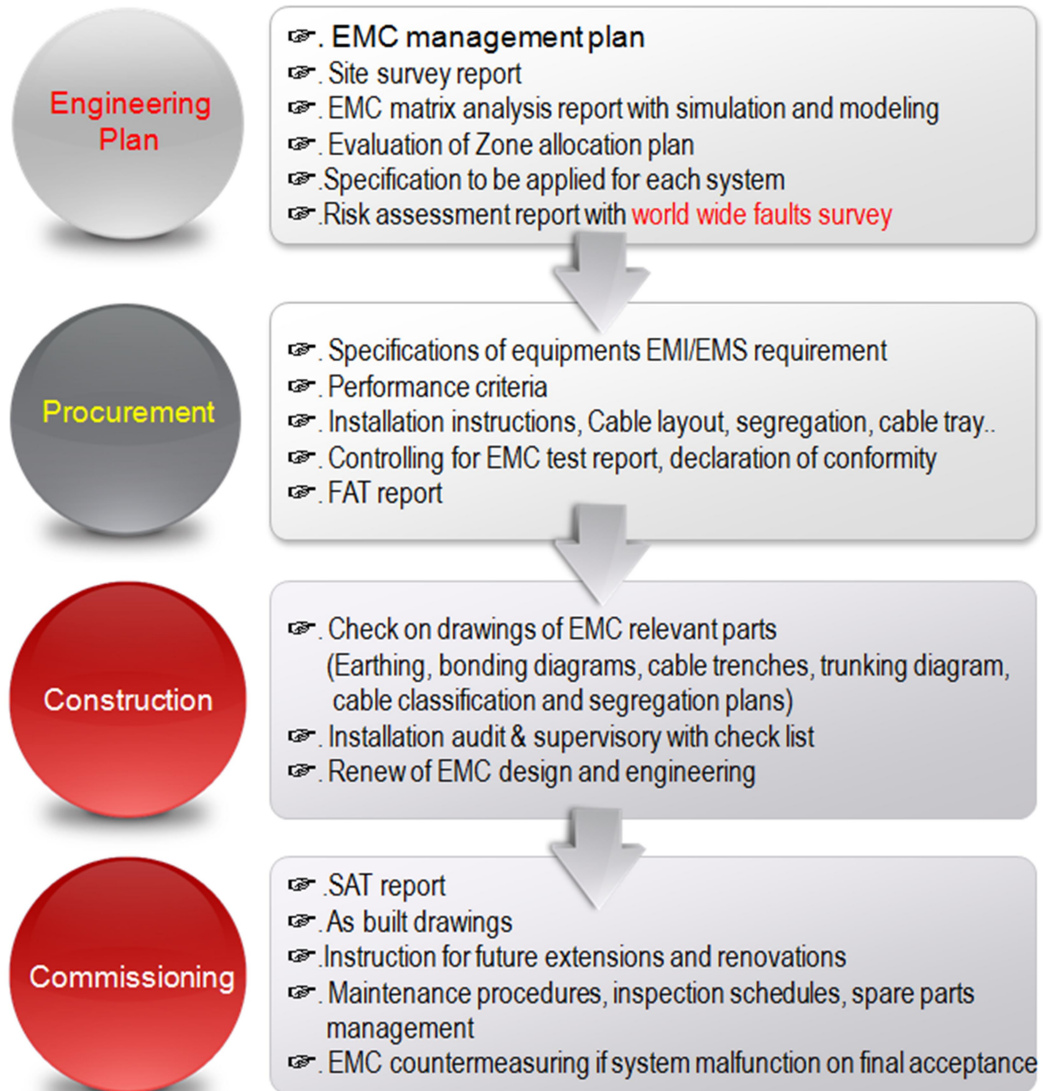
***DOCUMENTS AND STANDARD FORMS**

The Contractor shall deliver the documents and reports upon following each step and EMC engineering procedure;

2.10 QUALITY ASSURANCE

We, KTI are fully responsible for the quality of the EMC/EMP engineering results and If an EMC & EMP problem arises on the field, KTI will take responsibility and completely resolve it by ourself within 1 week.

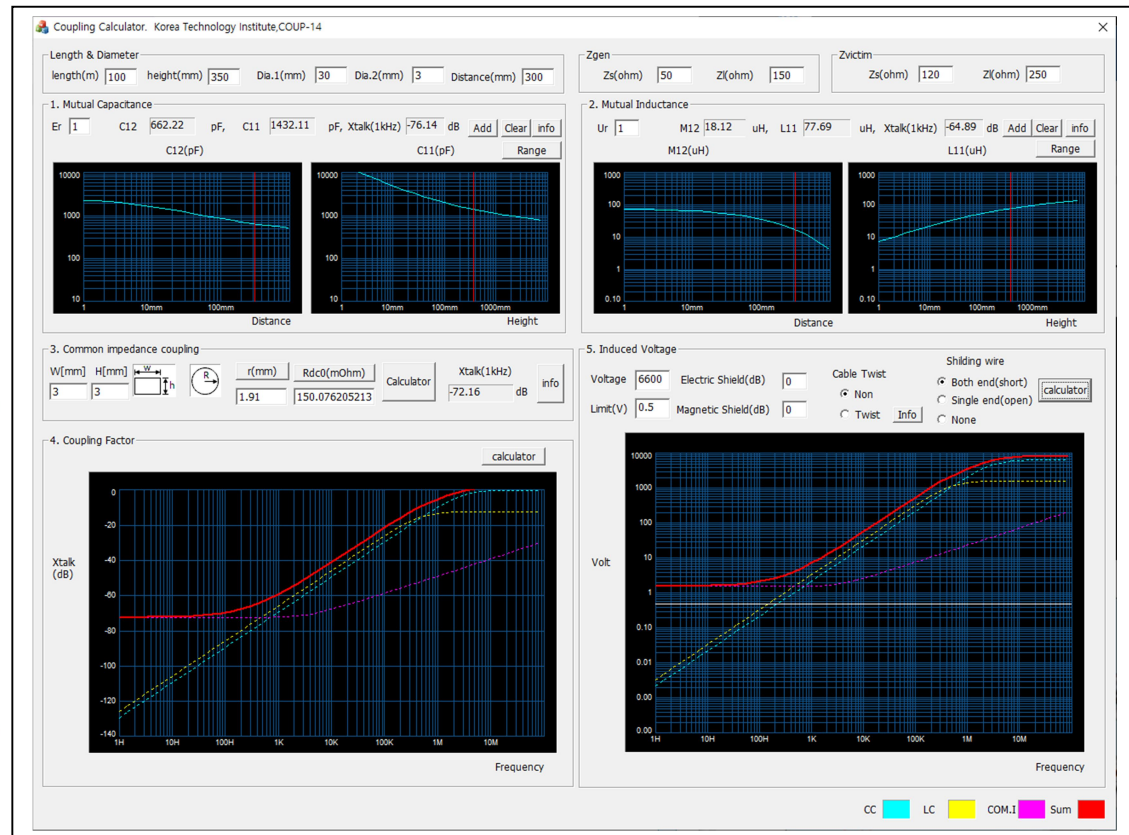
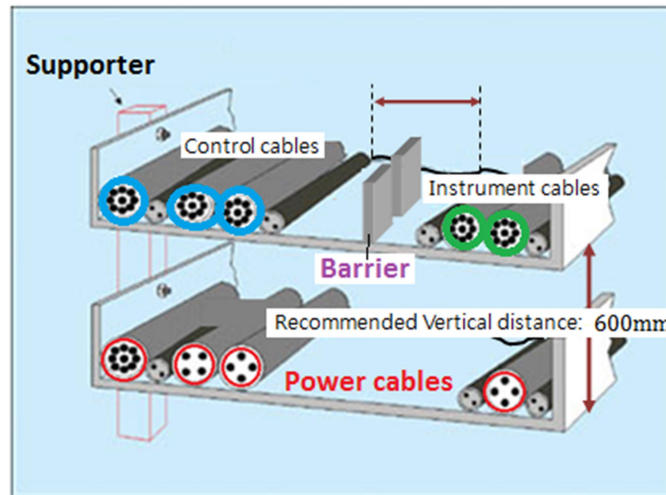
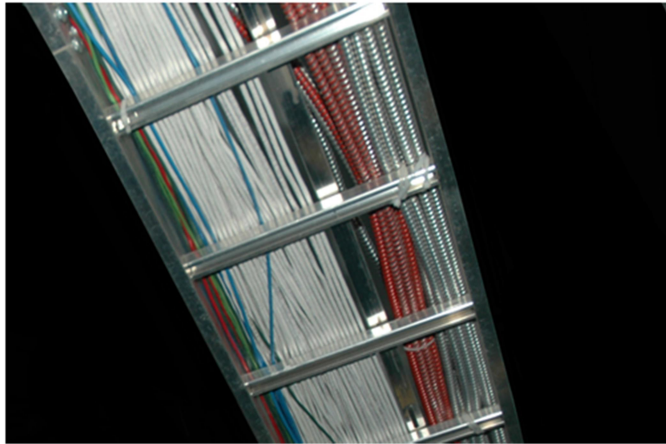
A1. Summary of EMC/EMP engineering flow



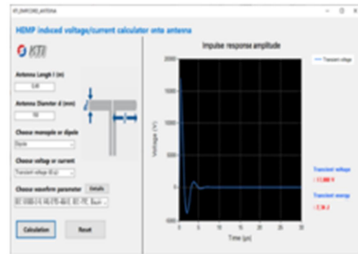
NOTES: 1. The risk assessment may be part of the EMC matrix evaluation report.

2. Because projects generally have to be completed within a limited time, construction phases do not follow clearly distinctive time frames. In the EMC management plan, due attention shall be given to information required for a specific phase. For example, detailed engineering may not be finished when the construction of (underground) facilities commences. In this case, a preliminary EMC checklist shall be prepared covering underground structures, in particular the earthing and bonding of concrete structures and foundations, earth grid layout, earth electrodes and cable trenches

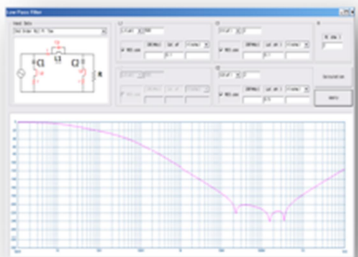
A2. EMC malfunctions possibility depend on cable segregation between AC power line to signal line
 computer simulation example using "KTI COUP 24". www.emp.re.kr



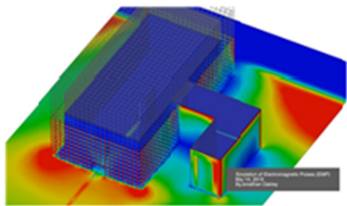
A3. KTI provided EMP& EMC simulation Tools for the engineering



EMP field to antenna



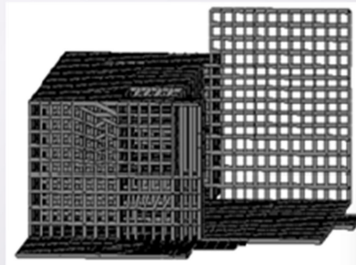
EMP filter design



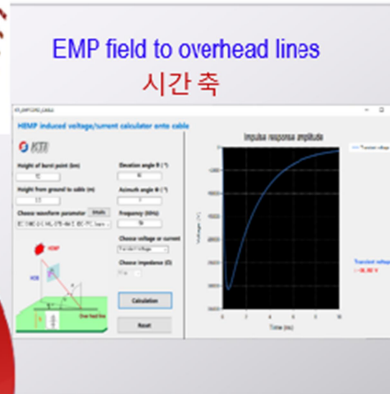
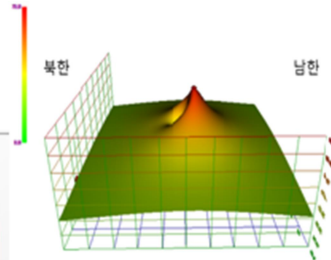
Field to steel structure



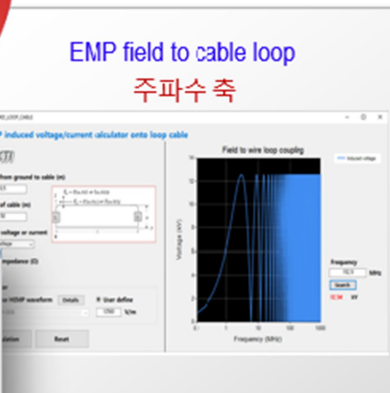
3D modelling for SE



4NEC 2

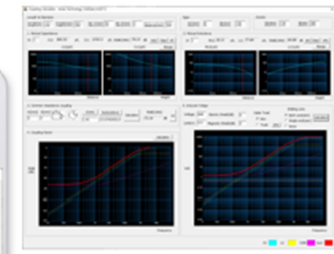


EMP field to overhead lines
시간 축

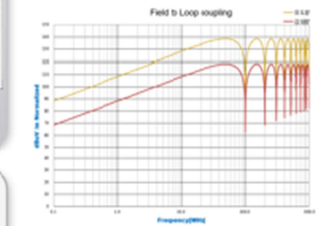


EMP field to cable loop
주파수 축

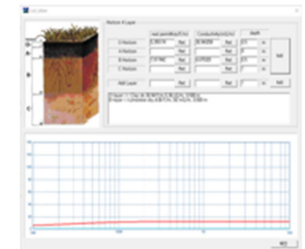
Field attenuation for the metal structure with slots



Power line to signal line

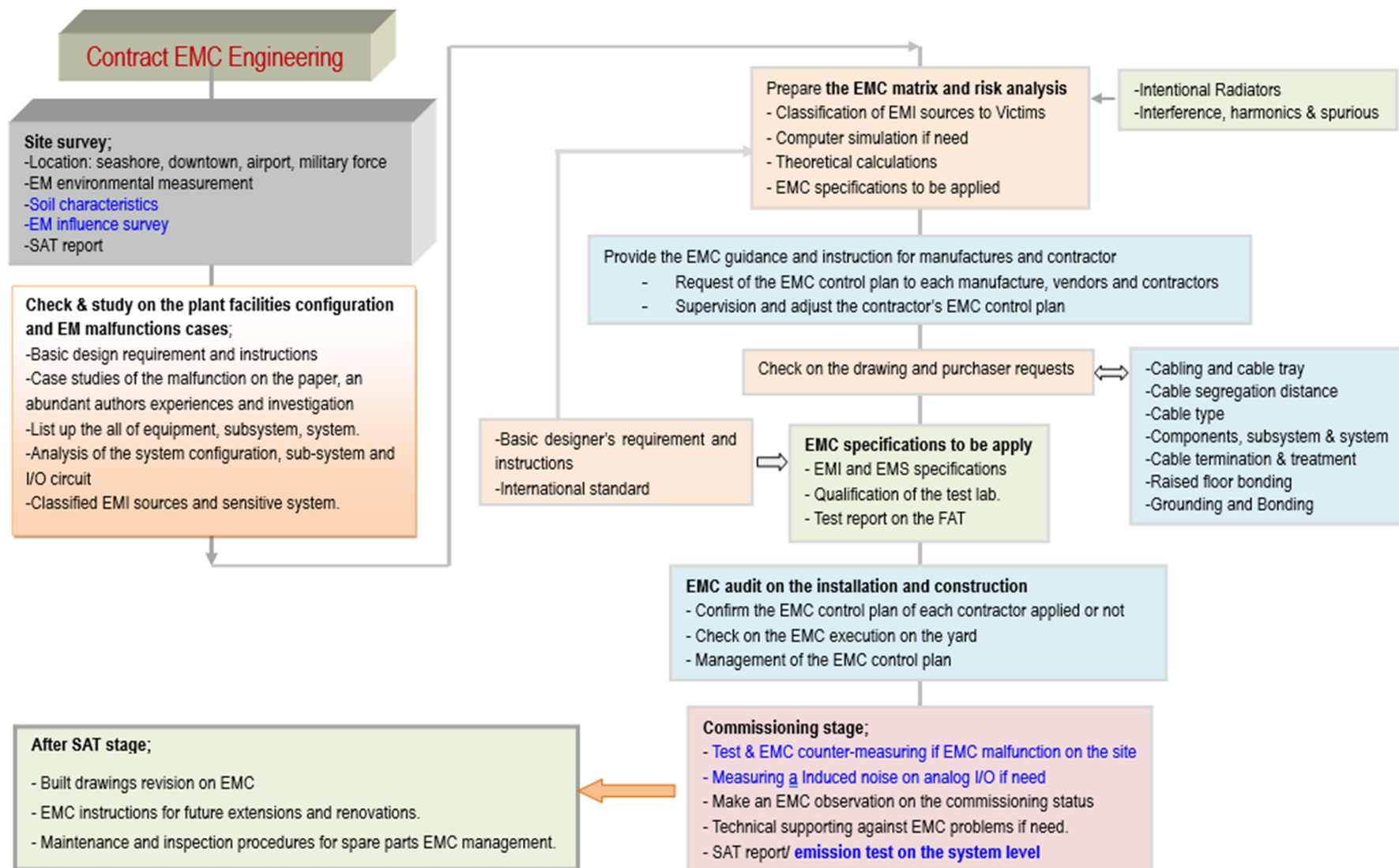


EMP field to cable loop



Soil attenuation

EMC Engineering general scheme for KTI



A4. Major EMC/EMP engineering records of KTI (i : Military & government project)

“It’s just a history of EMC & EMP technology with engineering in the Korea”

연번	①계약 명	사 업 기 간	② 계약금액 (단위:천원)	발주처	③수행내용 (간략)	④타사와 공동 프로젝트 수행여부	⑤ 증빙 번호	비고
1	해군1함대 사령부 EMP방호실 성능평가	23.11~ 24.04.	286,000	해군본부, (동문건설)	해군 1함대 사령부 작전지원시설 EMP방호실 성능평가	단독수행		
2	서울시 기반시설 EMP취약점 분석.평가	23.06.26 23.10.26	301,404.2	서울시	서울시 13개 주요시설 EMP 취약점 분석.평가	단독수행	증-1	
3	장보고-III Batch-I 2번함 EM/EMC/EMP 실선시험 위탁연구	22.08.~ 23.04.	105,040	방위산업청 (대우조선)	잠수함의 수상 항행 시 EM/EMC 영향을 예측 설계하기 위한 함 건조연구	단독수행	증-2	
4	전자기 펄스(EMP) 공격 대비 위험성 분석을 통한 평가체계 방안연구	22.05.~ 22.12.	38,000	국립재난 안전연구원 (행안부)	EMP 위험성 분석 체크리스트 및 해설서와 EMP 위험성 분석·평가 기준(안)	단독수행	증-3	
5	H.7721 장보고-III Batch-II 체계개발 EM/EMC/EMP RADHAZ 해석 및 실선시험	20.03.~ 26.12.	374,000	방위산업청 (대우조선)	체계개발 EM/EMC/ EMP/RADHAZ 해석 대책 실선시험	단독수행	증-4	
6	철도시설 고출력 전자기파(EMP) 영향분석 기초연구	19.09~ 21.09	421,000 (252,390)	국가철도 공단	고출력 전자기파 (EMP) 공격 시 예상 되는 피해 예측과 방호대책연구	공동수행 (안세기술)	증-5	
7	필리핀 호위함 상세설계 및 함 건조사업	17.08~ 20.04	131,000	현대중공업	Frigate 함 EM/EMC/ EMP/RADHAZ 해석 위탁연구	단독수행	증-6	
8	EMP 방호성능 유지향상 방안연구	17.06~ 18.10	89,000	국방시설 본부	EMP 방호성능 유지 향상 방안연구용역	단독수행	증-7	
9	특수 침투정 전자파 간섭 해석 및 감소 대책	17.06~ 18.12	33,000	방위산업청 (우남마린)	침투정 탐색개발 안테나 및 센서 전자파 간섭수치 해석 및 대책	단독수행	증-8	
10	장보고 III(Batch-II) 탐색개발 EM/EMC/EMP/RADH AZ 해석 위탁연구	17.02.~ 18.04.	295,900	방위산업청 (대우조선)	탐색개발 EM/EMC/ EMP/RADHAZ 해석 위탁연구	단독수행	증-9	
계			1,318,330					

Various EMC/EMP engineering, R&D records of KTI since 1988(ii)

No	Engineering, R&D activity description	Conducted
1	삼성전자, 수원공장 차폐실 문제점 해결	May, 1988
	차폐실 차폐효과 결함 해결, 금속도어의 반사에 의한 차폐도 저하원인	
2	(주)한미전자와 10개사 전기장판 형식승인용 특수 400kHz 저대역Line filter개발	Nov. 1988
	전기용품 안전관리법에 따른 65dBuV제한용 노이즈 필터, 100만개 제조납품	
3	(주)세일로 통일그룹 3상 대용량 방직기기용 고정도 전원 Line filter 개발	May 1989
4	삼성전자(구미) Home automation용 Blocking filter개발 및 형식승인	Apr. 1989
5	대우전자(인천) 유럽 수출용 전자레인지용 전원Line filter개발	July. 1989
6	카드 공중전화기용 전원 Line filter 개발 관련 7개사 납품	Oct. 1989
7	한국전자통신연구소(ETRI) 행정 전산망용 주 컴퓨터용 PDU 개발	Oct. 1989
8	목포 무선국(HLM) 무선 수신기 전원/안테나 EMC 문제해결 용역수행	Oct. 1989
9	한겨레 신문사 출판 시스템의 전원 및 ESD 문제해결 용역 수행	Feb. 1990
10	삼성전관(수원) CRT 시험검사 요원 사망에 따른 인체 위해성 분석 용역 수행	Apr. 1990
11	삼성전자(부천) 연구소 CAD 모니터 자계영향 대책용역 수행	Aug. 1990
12	Wang computer 전자파 내성(EMS) 대책용역수행(영국 로이드 선급검사, LR)	Nov. 1990
13	삼성전자(구미) 유럽수출 Fax의 방사 노이즈(70MHz대역) 대책용역 수행	Aug. 1990
14	(주)삼우전자 EMI 대책용 Modular jack 개발 용역 수행	Feb. 1991
15	삼양화학(주) 탱크 양압장치 대형 모터류 MIL STD 461C(RE, CE) 대책용역 수행	Feb. 1991
16	한국통신기술(주) ISDN 가입자 다중화 장치에 대한 연구 수행	Mar. 1991
17	아시아 자동차(주) 광주공장 군용 Jeep 1/4ton MIL STD 461C, RE/CE 대책용역수행	May 1991
	가솔린 엔진 Ignition 계통, window brush, 전후방 방향 지시 등 차량 전체	
18	동환산업(주) 자동차 부품류 MIL STD 461C 대책 기술용역 수행	Aug. 1991
	차량 Heater, Aircon 등	
19	(주)COSMO-TECH 전자식 게임기 회로, EMC, 형식승인 등 일련 개발용역 수행	Aug. 1991
20	P-PLUS CO. 볼링장 자동제어장치 오동작 기술용역 수행	Feb. 1992
21	호남정유 여천. 공정 제어용 컴퓨터 Data highway Error 오동작 대책용역 수행	Apr. 1992
22	공업발전기금 지원 "고성능 전자파 흡수체 개발" 연구 수행,	Aug. 1992
23	전자파 흡수체 성능평가 장치 해양대 공동연구 개발 수행. 산학재단 지원	Oct. 1992
24	현대자동차 울산공장 "EMS감시용 200V/m급 광 CCD 카메라" 개발용역 수행	Nov. 1992
25	현대 중공업 울산 선박 모니터링 시스템 선급용 EMC 대책용역 수행	Feb. 1993
26	(주)화인컴. 3x7x4m 차폐실 설계 시공	Mar. 1993
27	한국이동통신(주) 이동통신 Cell site 종합 전파환경 측정 및 대책 용역 수행	Mar. 1993
28	현대전자 이천공장. 전력감시장치(SCADA) 오동작 원인규명 및 대책 용역수행	Jun. 1993
29	(주)범아 하네스 "EMI 대책용 Video cable connector" 개발용역 수행	Jul.1993
30	(주)태평양 시스템 "자동차용 안테나 자동측정 시스템" 개발용역 수행	Jul. 1993
31	한국이동통신(주) "무선호출기 국사 전자파 종합환경 평가" 기술용역 수행	Aug. 1993

32	동진 골프장, 이천 "골프장 낙뢰방지 종합대책" 기술용역 수행	Aug.1993
33	HAN 종합계기 "전자저울(Load cell) μ A 급 기기 EMS 대책용역" 수행	Aug. 1993
34	한국기계연구원/해사기술연구소. 대전 3x7x3m 차폐실 및 EMC 측정장비 공급	Feb. 1994
35	종합 폴스타, 부산 "오존 발생장치 개발 용역" 수행	Feb. 1994
36	조흥전기 "아크 용접기 제어장치 EMC 대책" 기술용역 수행	Sep. 1994
37	기원전자 "데이터 정보 단말기" MIL STD 461B 대책 및 측정용역 수행	Oct. 1993
38	유공 울산공장 "Gas compressor 오동작 대책" 기술용역 수행	Jun. 1994
39	현대정보기술 "486 pc 영국 로이드, 한국선급 EMC 대책" 기술용역 수행	Feb. 1995
40	한라레벨 "선박 유체 레벨기 한국선급 EMC 대책" 기술용역 수행	Feb. 1995
41	자동차 부품연구원, 천안 EMC 종합 측정 시설 시공 및 설치공사	Feb.1995
	40GHz Anechoic chamber, 200V/m 급 방사 내성 측정장비 등 Turn key 건설 공급	
42	E-Pung instruments co "선박 추진용 모터 시험장비 오동작 대책" 기술용역	May 1995
43	지능형 전자파 내성 시험장비 개발	Jul. 1995
44	세계 최초 IEC 61000-4-3 RS 종합 측정장치 개발 국내 및 수출 Optical image, audio, waveform, current, voltage 종합 모니터링 시스템으로 일본 TDK 4 set, 자동차 부품연구원 2set, 현대자동차 2set, 과학기술원 1set, 전파연구원 1set, 한국전자통신연구원 2set, 미국 EMC compliance, 대만 등 수 출	Aug. 1995
45	삼성 중공업 연구소. 대전 "선박 종합 감시장치 EMC기술 용역" 수행	Apr. 1995
46	삼성전자(수원), 멀티미디어 생산라인 오동작 대책 기술용역 수행	Feb. 1996
47	LG 산전 "공업용 pc EMC 대책 기술용역" 수행	May. 1996
48	대우 중공업 "지게차 4종 EMC 기술용역" 수행	May 1996
49	삼성 중공업 "중장비 제어장치 EMC기술용역" 수행	May.1996
50	(주)범아정밀 "선박 모니터링 시스템 EMC기술용역" 수행	May. 1996
51	(주)삼화전자 "전자파 흡수체 성능 검사기(Tri plate type) 개발" 용역 수행	Sep. 1996
52	대우중공업. 군포 "철도차량 전력변환기 IGB제어기 오동작 원인분석과 대책" 대만 수출용 객차 300량의 전력변환기(IGBT CONTROLLER) 주요 소자 파괴 원 인 분석 및 대책 수립	Sep 1996
53	(주)비호 "CDP와 TV ch. 간 전자파 간섭 대책 기술용역" 수행	Oct.1996
54	광양제철, "전기로 감시실내 모니터링 시스템 오동작 대책" 기술용역수행	Oct. 1996
55	(주)동아전기 "군용 항로 기록기 MILSTD 461D EMC 기술용역" 수행	Nov. 1996
56	삼성 의료원 "심전도실, 뇌파검사실 EMC 오동작 대책" 기술용역 수행	Nov.1996
57	국립 해양대학교 "GTEM CELL 1750 Model" 개발 납품	Dec 1996
58	국립 해양대학교 "10m Open test site" 시공 및 관련 측정설비 일관 납품 Antenna tower, turn table, FRP dome	Dec. 1996
59	한국과학기술원. 대책 "RCS용 Full anechoic chamber 외" 개발 납품 Radar cross section 용 300MHz ~ 40GHz chamber 및 관련기기 일체	Jan. 1997
60	오토닉스 "근접 스위치 외 7종 EMC대책 용역 수행	Jan.1997

61	효성전기 "자동차용 모터 미국 GM사 요구 EMC 대책" 기술용역 수행	Feb. 1997
62	대양전기. 부산 "해도 작성기의 MIL STD 461D 대책" 기술용역 수행	Feb. 1997
63	삼성중공업 "선박 모니터링 시스템 선급 EMC 대책" 기술용역 수행	Feb.1997
64	(주)경창 "군용 탐차 정수기 MIL STD 461D EMC 대책" 기술용역 수행	Mar. 1997
65	산업안전공단 "Safety 인증센터 EMC 종합 측정 센터 기획" 기술용역 수행	Mar. 1997
66	산업안전공단 "전자파 인체 위해성 방호지침 작성에 관한 연구" 용역수행	Apr 1997
67	신한산업 "전자파 측정용 대출력 Loop, Rod 안테나 개발" 연구 수행	Apr. 1997
68	00 사령부, "C5 관련 상용 노트북의 군용 사용 가능성에 관한 연구"수행	Apr 1997
69	국방부/DSME. 말레시아 국방연구소 2명, 현역 1명에 대한 EMC 위탁교육 실시	May 1997
70	소리샘 텔레콤 "노래 반주기 CDQ 모델 2종에 대한 오동작 대책" 용역수행	May 1997
71	서통 의료기기 "안구측정장비의 EMC 기술용역" 수행	May.1997
72	충무정밀 "군용 전원장치 MIL STD 461D 대책 용역" 수행	Oct. 1997
73	전파연구원 안양 "전자파 측정장비 개발 납품" IEC61000-4-3 RS측정	Nov. 1997
74	삼성중공업. 창원 "선박 Engine controller EMC 대책 용역" 수행	Jan. 1998
75	메카트로닉스 사 "은행 현금 지급기 정전기 대책 용역" 수행	Jan.1998
76	현대중공업 용인 연구소 "선박의 EMC환경 정량적/정성적 분석과 대책 연구"	Mar. 1998
77	한국전자통신연구원(ETRI) "지능형 전자파 감시장치 개발" 납품	Mar.1998
78	삼성중공업 거제 "선박 모니터링 장비 모니터, 조타기 오동작 대책" 수행	Mar.1998
79	삼성전자 "군용 전자식 교환기 MIL STD 461D 대책 기술용역" 수행	Mar. 1998
80	한국 IG motor사 "자동차용 Motor GM standard EMC 대책 기술용역" 수행	May.1998
81	LG 정보통신 연구소. 안양 "1300VAC 생산라인 자계 대책 기술용역" 수행	May.1998
82	한국전력기술 KEPCO E&C "차세대 원자력 발전설비 전자파 적합성 연구"수행	Oct. 1998
83	일산 복합화력 발전처 "열병합 발전기 #5, #6호기 제어설비 오동작 대책"수행	Nov.1998
84	대우중공업 "지게차 5종 EMC 대책용역" 수행	Mar.1999
85	현대중공업 "현대자동차, 기아자동차 전기자동차 EMC대책 용역" 수행	Jul. 1999
86	삼성 반도체 기흥 "반도체 측정장비 EMC 대책 용역" 수행	Jul. 2000
87	한화 항공우주 "로켓 추진체 EMC기술용역" 수행	Nov.2001
88	세계 최초 "700MHz~100GHz측정용 소형화MIN Chamber 개발" 정보통신 기반 연구비 지원 사업 및 IEEE Denver Exhibition제품 전시	Aug 2001
	주요 납품실적: 수리 하이텍, 삼성전자/수원, LG전자/안양, 한국해양대학교	
89	세계 최초 인공지능 자기판단 기능을 가진 방사/전도 측정장비 개발	Nov. 2001
	주요 납품 실적: 울산대학교, 한국해양대학교, Green EMC, 한국기술연구소, 중국 정보통신산업부 제3연구소/북경 수출(2005.4)	
90	세계 최초 ADSL의 전송거리 /전송속도 증가장치 개발 및 특허	Dec.2001
91	CM partner co. "전자식 전력 계량기 EMC 기술용역" 수행	Mar. 2002
92	위트 정보통신 "택내 보안장치 EMC기술용역" 수행	Apr. 2002
93	Motion poster co "지하철 광고장치 MIL STD 461D RE 대책 기술용역" 수행	May. 2002
94	인천 신공항 철도 EMC 기술용역 수행(열차 신호제어, 인체 위해성, 전파환경)	Nov 2002-

	프랑스 ALSTOM, 미국 VECHTEL, 현대 엔지니어링 공동수행	Dec 2003
95	현대 중공업 울산 “대형 항만 크레인 전원 하모닉 오동작 대책 용역”	Aug. 2003
96	한국기계연구원 창원 “전력 계통설비 EMC진단, 하모닉 대책 기술용역” 수행	Oct. 2004
97	엘림 ENC “FEB용 모터 제어기 오동작 대책 용역”	Nov. 2004
98	삼성정밀화학 울산 “화학 공장 자동화 설비 오동작 대책 기술용역”	Oct. 2004
	DCS와 UPS간 EMC적 오동작 원인 분석과 대책 수립	
99	한국기기유화, 분당 “전자파 측정용 Anechoic chamber 측정장비” Turn key 공급	Mar.2005
	4 x 8 x 4m, H 전자파 무반사 chamber, 26MHz-4.2GHz 측정 방사 내성 측정장비 일체, Optical CCD camera system, 측정용 SW 자체 개발 등	
100	삼남화학 여천단지 “화학공장 자동화 설비 오동작 원인 분석/대책 연구”	Aug.2005
101	한전KDN “팔영산 TRS기지국 낙뢰 및 접지체계 개선 연구”	Oct. 2005
102	삼성 SDI화성 “삼성 OLED 생산라인 제어설비 오동작 원인분석 대책연구”	Jun. 2006
103	서울 지하철 공사 “열차 도착안내 기기 오동작 대책원인 분석과 대책연구”	Jul. 2006
104	SK 하이닉스/현종 이천 “반도체 증설공장 T7 EMC예측설계 기술용역” 수행	Aug. 2006
105	한국전자통신연구원. ETRI “기지국 전자파 인체 위해성 종합측정 장치 및 측정 SW 개발 연구”	Aug. 2006- Dec. 2007
106	한국통신, KT 경영연구실 “KT전진배치 설비의 접지체계 구성에 따른 낙뢰 보호 특성 개선 연구용역”	Jan. 2007
107	KT 인프라 연구소 대전 “옥외 통신설비의 전자파 환경 평가 및 대책기술”	Apl 2007-Oct
108	SK 하이닉스/현종 “반도체 공장 증설 T10 확장공사 EMC기술용역” 수행	Jul. 2007
109	한국항공우주연구원 KARI “위성 지구국용 무선설비 인체 위해성 연구”	Oct. 2007
110	한화 Thales.용인 “kW급 Radar target 및 주변 인체 위해성 평가 용역”	Oct. 2007
111	효성전기 “Few kW급 디지털 보호계전기 EMC 기술용역”	Oct. 2007
112	PROTECH 대전 “디지털 자동 시력 검사기 EMC 기술용역”	Oct 2007
113	삼성 반도체 화성 “대전력 제어용 MCCB 오동작 원이 분석과 대책 용역”	Mar. 2008
114	YTN 방송국 “YTN FM 94.6MHz, 3kW 청계산 Shared tower 전파 간섭량 IMD 3차원 분석, 영향 분석연구”	Mar. 2009
115	육군 항공작전 사령부 “기상장비의 낙뢰, 접지체계, 레이다 인체 위해성 전자파 환경영향 관련 연구”	Jun. 2009
116	KT/육군 0작사 “핵 EMP 국가00 통신용 위성 시스템 전자파 환경 영향 연구”	Aug. 2009
117	미국 000사 “미 해안 경비대(Coast guard) 자동제어 위성 안테나 MIL STD 461F EMC 대책 기술연구”	Mar. 2010
118	한국조선기자재 연구원 부산 “전자파 종합 자동 측정시스템 및 SW 납품”	May. 2010
119	한국기술연구소 “수직 단면 전자계 균일도 3D 측정 시스템 개발”	May. 2010
120	KORAIL“경주-부산간 KTX 자동제어 열차 무선기기 원격 감시장치 개발 납품”	Aug. 2010
121	KTI, 동서울 대학 “소형 내장형 안테나 3차원 측정 시스템 개발” 정부지원	Aug. 2010
122	국방210 사업(합동참모본부 신청사)“핵 EMP 방호실 설계 및 감리, 기술자문”	Nov. 2010- Apr. 2012
123	육군사관학교 화랑대 “직매형 EMP방호실 설계, 제작, 평가 용역”	Nov. 2011

124	삼성물산 “Abu-Dhabi UAE EMAL Phase II power plant, CCIP 1차 EMC engineering”	Sep. 2013
125	공군 제3훈비 “태양광 발전설비가 항공기 운항에 미치는 영향 분석 용역”	Oct. 2013
126	방사청/DSME “장보고 III(Batch-1) 잠수함 EMC engineering” 수행	2013-2017
127	삼성물산 “Abu-Dhabi UAE EMAL Phase 2, CCIP 2차 EMC engineering 수행”	Nov. 2013
128	방사청/DSME ”H 7710함, 장보고 4번함 EMC 실선시험 평가, 대책 용역”	Nov. 2013
129	행안부/국민안전처 “제1문서고(B1) EMP 방호시설 설치 연구용역”	Nov. 2013
130	국방부 근무지원단 “국방부 중회의실 MIL STD 188-125 SE 시험평가 용역”	Dec. 2014
131	DSME/방사청 H7711, 장보고 II 6번함 EMC해석 및 실선 시험 평가 용역”	Jun. 2016
132	현대 중공업 울산 “필리핀 해군 Frigate함 EMC engineering” 수행	Jun. 2017
133	우남 마린/방사청 “침투정 EMC engineering” 수행	Jun. 2017
● 2017 년 이후 별도 기재		