

최신판
**정보통신
(산업)기사
실기 [필답형]**

이론 및 단원별문제풀이

편저 김한기

자료출처 : kca 국가기술자격검정(https://www.cq.or.kr/qh_quagm01_001.do)

1. 시행구분

- 정기검정 : 연간계획에 따라 전국(시험장)에서 동시시행
- 수시검정 : 전 종목 대상으로 필요시 시행

2. 시행절차

① 원서접수 (필기)

- 접수방법
 - 인터넷접수 : 접수홈페이지(www.cq.or.kr) 접속하여 접수
- 검정과목 면제신청(해당자)
 - 인터넷접수시면제신청란기재
 - 우편정보통신/통신선로관련종목접수시 검정과목 면제신청 및 증빙서류 제출

② 필기시험 수험생 준비물

- 응시준비
 - 수험표
 - 신분증(주민등록증 또는 운전면허증, 여권 등)
 - 컴퓨터용 흑색 사인펜
 - ※ 수정테이프(수정액은 사용불가)
 - ※ 답안은 감독관 확인 후 수정이 가능

③ 문제공개 이의신청 접수

- 접수기간
 - 시험종료 익일부터 5일간

④ 합격자(예정자) 발표 및 응시자격 증빙서류 제출

- 발표방법
 - 인터넷 발표 (www.cq.or.kr)

정보통신기사 자격검정안내

정보통신기사·산업기사 | 실기 필답형

- 서류제출

- 합격예정자발표후 5일 이내 우편으로 반드시 원본제출
※ 응시자격 제한이 있는 종목은 반드시 응시자격 서류를 제출

⑤ 원서접수(실기)

- 접수방법

- 인터넷접수(www.cq.or.kr)
※ 시험일시 및 장소본인선택(선팽순)

⑥ 실기시험 수험생 준비물

- 응시준비

- 수험표
- 신분증(주민등록증 또는 운전면허증, 여권 등)
- 실기시험 준비물(자격증별)

정보통신(산업)기사 수험준비물

시험방법	품명	규격	단위	수량	비고
필답형	필기도구	흑색볼펜	개	1	
필답형	계산기	공학용	개	1	

*상기 소요기자재 현황은 시험문제 및 검정장 여건에 따라 일부 변경될수 있습니다.

⑦ 최종합격자 발표

- 발표방법

- 인터넷발표(www.cq.or.kr)

⑧ 자격증 발급

- 발급신청

- 자격증 교부신청서
- 증명사진 1매

정보통신기사 자격검정안내

5

- 신분증
- 수수료

※ 개설 시험장의 접수인원이 5인 이하일 경우 시험장소가 변경될 수 있습니다.

3. 응시자격 및 경력인정 기준

① 자격등급별 응시자격체계



정보통신기사 자격검정안내

정보통신기사·산업기사 실기 필답형

② 세부응시자격

등급	응시자격
기술사	<p>다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사람</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 기사 자격을 취득한 후 응시하려는 종목이 속하는 직무분야(고용노동부령으로 정하는 유사 직무분야를 포함한다. 이하 “동일 및 유사 직무분야”라 한다)에서 4년 이상 실무에 종사한 사람 2. 산업기사 자격을 취득한 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 5년 이상 실무에 종사한 사람 3. 기능사 자격을 취득한 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 7년 이상 실무에 종사한 사람 4. 응시하려는 종목과 관련된 학과로서 고용노동부장관이 정하는 학과(이하 “관련학과”라 한다)의 대학졸업자등으로서 졸업 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 6년 이상 실무에 종사한 사람 5. 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야의 다른 종목의 기술사 등급의 자격을 취득한 사람 6. 3년제 전문대학 관련학과 졸업자등으로서 졸업 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 7년 이상 실무에 종사한 사람 7. 2년제 전문대학 관련학과 졸업자등으로서 졸업 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 8년 이상 실무에 종사한 사람 8. 국가기술자격의 종목별로 기사의 수준에 해당하는 교육훈련을 실시하는 기관 중 고용노동부령으로 정하는 교육훈련기관의 기술훈련과정(이하 “기사 수준 기술훈련과정”이라 한다) 이수자로서 이수 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 6년 이상 실무에 종사한 사람 9. 국가기술자격의 종목별로 산업기사의 수준에 해당하는 교육훈련을 실시하는 기관 중 고용노동부령으로 정하는 교육훈련기관의 기술훈련과정(이하 “산업기사 수준 기술훈련과정”이라 한다) 이수자로서 이수 후 동일 및 유사 직무분야에서 8년 이상 실무에 종사한 사람 10. 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 9년 이상 실무에 종사한 사람 11. 외국에서 동일한 종목에 해당하는 자격을 취득한 사람
기능사	<p>다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사람</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야의 산업기사 또는 기능사 자격을 취득한 후 「근로자직업능력 개발법」에 따라 설립된 기능대학의 기능장과정을 마친 이수자 또는 그 이수 예정자 2. 산업기사 등급 이상의 자격을 취득한 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 5년 이상 실무에 종사한 사람 3. 기능사 자격을 취득한 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 7년 이상 실무에 종사한 사람

정보통신기사 자격검정안내

7

등급	응시자격
	<ol style="list-style-type: none">4. 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 9년 이상 실무에 종사한 사람5. 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야의 다른 종목의 기능장 등급의 자격을 취득한 사람6. 외국에서 동일한 종목에 해당하는 자격을 취득한 사람
기사	<p>다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사람</p> <ol style="list-style-type: none">1. 산업기사 등급 이상의 자격을 취득한 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 1년 이상 실무에 종사한 사람2. 기능사 자격을 취득한 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 3년 이상 실무에 종사한 사람3. 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야의 다른 종목의 기사 등급 이상의 자격을 취득한 사람4. 관련학과의 대학졸업자등 또는 그 졸업예정자5. 3년제 전문대학 관련학과 졸업자등으로서 졸업 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 1년 이상 실무에 종사한 사람6. 2년제 전문대학 관련학과 졸업자등으로서 졸업 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 2년 이상 실무에 종사한 사람7. 동일 및 유사 직무분야의 기사 수준 기술훈련과정 이수자 또는 그 이수예정자8. 동일 및 유사 직무분야의 산업기사 수준 기술훈련과정 이수자로서 이수 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 2년 이상 실무에 종사한 사람9. 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 4년 이상 실무에 종사한 사람10. 외국에서 동일한 종목에 해당하는 자격을 취득한 사람
산업기사	<p>다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사람</p> <ol style="list-style-type: none">1. 기능사 등급 이상의 자격을 취득한 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에 1년 이상 실무에 종사한 사람2. 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야의 다른 종목의 산업기사 등급 이상의 자격을 취득한 사람3. 관련학과의 2년제 또는 3년제 전문대학졸업자등 또는 그 졸업예정자4. 관련학과의 대학졸업자등 또는 그 졸업예정자5. 동일 및 유사 직무분야의 산업기사 수준 기술훈련과정 이수자 또는 그 이수예정자6. 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 2년 이상 실무에 종사한 사람7. 고용노동부령으로 정하는 기능경기대회 입상자8. 외국에서 동일한 종목에 해당하는 자격을 취득한 사람

정보통신기사 자격검정안내

정보통신기사·산업기사 | 실기 필답형

등급	응시자격
기능사	응시자격에 제한이 없음
비고	<p>※ 비고</p> <p>1. “졸업자등”이란 「초·중등교육법」 및 「고등교육법」에 따른 학교를 졸업한 사람 및 이와 같은 수준 이상의 학력이 있다고 인정되는 사람을 말한다. 다만, 대학(산업대학 등 수업연한이 4년 이상인 학교를 포함한다. 이하 “대학등”이라 한다) 및 대학원을 수료한 사람으로서 관련 학위를 취득하지 못한 사람은 “대학졸업자등”으로 보고, 대학등의 전 과정의 2분의 1 이상을 마친 사람은 “2년제 전문대학졸업자등”으로 본다.</p> <p>2. “졸업예정자”란 국가기술자격 검정의 필기시험일(필기시험에 없거나 면제되는 경우에는 실기 시험의 수험원서 접수마감일을 말한다. 이하 같다) 현재 「초·중등교육법」 및 「고등교육법」에 따라 정해진 학년 중 최종 학년에 재학 중인 사람을 말한다. 다만, 「학점인정 등에 관한 법률」 제7조에 따라 106학점 이상을 인정받은 사람(「학점인정 등에 관한 법률」에 따라 인정받은 학점 중 「고등교육법」 제2조제1호부터 제6호까지의 규정에 따른 대학 재학 중 취득한 학점을 전환하여 인정받은 학점 외의 학점이 18학점 이상 포함되어야 한다)은 대학졸업예정자로 보고, 81학점 이상을 인정받은 사람은 3년제 대학졸업예정자로 보면, 41학점 이상을 인정받은 사람은 2년제 대학졸업예정자로 본다.</p> <p>3. 「고등교육법」 제50조의2에 따른 전공심화과정의 학사학위를 취득한 사람은 대학졸업자로 보고, 그 졸업예정자는 대학졸업예정자로 본다.</p> <p>4. “이수자”란 기사 수준 기술훈련과정 또는 산업기사 수준 기술훈련과정을 마친 사람을 말한다.</p> <p>5. “이수예정자”란 국가기술자격 검정의 필기시험일 또는 최초 시험일 현재 기사 수준 기술훈련 과정 또는 산업기사 수준 기술훈련과정에서 각 과정의 2분의 1을 초과하여 교육훈련을 받고 있는 사람을 말한다.</p>

정보통신산업기사 자격검정안내

9

자료출처 : kca 국가기술자격검정(https://www.cq.or.kr/qh_quagm01_006.do)

1. 시험과목 및 시험방법

구분	과목	출제유형(시험시간)	합격기준
필기	1. 정보전송일반 2. 정보통신기기 3. 정보통신네트워크 4. 컴퓨터 일반 및 정보설비 기준	객관식 4지선다형 (2시간 30분)	과목당 100점을 만점으로 하여 매과목 40점 이상, 전과목 평균 60점 이상 : 과목당 20문항
실기	정보통신 실무	필답형 (2시간)	100점을 만점으로 60점 이상

※ 2013년부터 동 종목의 실기시험은 복합형(필답형+작업형)에서 필답형으로 시행

2. 응시수수료

기사

필기	18,800원	실기	21,900원
----	---------	----	---------

산업기사

필기	18,800원	실기	20,200원
----	---------	----	---------

CHAPTER 1	정보통신공학	17
1. 디지털 신호 처리 방식		18
1.1	변조(Modulation)	18
1.2	PCM(Pulse Code Modulation : 필스부호변조)	20
1.3	다중화	25
■	핵심문제	28
2. 디지털 변복조 방식		39
2.1	디지털 통신방식	39
2.2	전송부호	39
2.3	전송부호 방식	40
2.4	디지털 연속 변조	45
2.5	디지털 연속 변조의 예러 확률	47
2.6	전송 속도	47
2.7	채널 용량	49
2.8	디지털 통신의 이점	51
■	핵심문제	52
3. 아날로그 연속변조		75
3.1	진폭변조(Amplitude Modulation : AM)	75
3.2	FM(Frequency Modulation : 주파수 변조)	77
3.3	PM(Phase Modulation : 위상 변조)	78
■	핵심문제	79
4. 전송 선로		82
4.1	선로의 분포 정수 회로	82
4.2	전송매체	85
4.3	전송량의 단위	91
■	핵심문제	94
5. 디지털 데이터 전송		116
5.1	데이터 전송 방식	116
5.2	회선 구성 방식	118
5.3	회선 접속 형태에 따른 분류	119

5.4 데이터 교환 방식	123
5.5 망 동기 방식	126
5.6 광전송 서비스의 형태	127
■ 핵심문제	129
6. 프로토콜(Protocol)	142
6.1 프로토콜	142
6.2 전송제어 프로토콜	145
■ 핵심문제	145

CHAPTER 2 정보통신기기 195

1. 정보통신 개론	196
1.1 정보통신	196
1.2 정보통신 시스템	196
1.3 정보통신의 이용	198
1.4 정보통신 DTE와 DCE의 접속규격	199
■ 핵심문제	208
2. 정보전송장치	214
2.1 변·복조기(MODEM)	214
2.2 DSU(Digital Service Unit)	216
2.3 다중화 장비(Multiplexer)	218
2.4 집중화장비(Concentrator)	227
■ 핵심문제	229
3. 무선통신기기	236
■ 핵심문제	248
4. 유선통신기기	252
■ 핵심문제	253
5. 무선이동통신	255
■ 핵심문제	263

목차

13

6. 위성통신기기	273
6.1 위성통신의 특징	273
6.2 위성의 분류	274
6.3 위성통신의 분류	274
6.4 주파수 대역별의 분류	276
6.5 회선할당방식	276
6.6 다원접속(Multiple access) 방식	277
6.7 DMB(Digital Multimedia Broadcasting)	278
6.8 GPS(Global Positioning System)	279
■ 핵심문제	280
7. 화상통신기기	283
7.1 화상통신	283
7.2 팩시밀리(Facsimile)	283
7.3 주사(Scanning)의 정의	285
7.4 TV방식의 비교	285
7.5 현재 TV와 HDTV의 비교	286
7.6 CATV(CAble TeleVision)	286
7.7 CCTV(Closed Circuit Television : 폐쇄회로 텔레비전)	287
■ 핵심문제	289
8. 뉴미디어기기	291
8.1 뉴미디어의 특징	291
8.2 비디오텍스	291
8.3 부가가치 통신망(VAN : Value Added Network)	293
8.4 매체에 따른 전송제어 방식	293
8.5 종합정보통신망	294
8.6 ISDN 서비스	294
8.7 사용자·망 인터페이스	295
8.8 문자다중방송(Teletext : 텔레텍스트)	295
8.9 텔레텍스트의 특징	295
8.10 EDI와 E-MAIL의 비교	296
8.11 메시지 통신 시스템	296
■ 핵심문제	297

CHAPTER 3	측정기술	301
1. 송신기에 관한 측정		302
1.1	전송레벨	302
1.2	Oscilloscope	304
1.3	Spectrum Analyzer(스펙트럼 분석기)	305
1.4	프로토콜 분석기(Protocol Analyzer)	306
1.5	네트워크 분석기(Network Analyzer)를 이용하여 측정할 수 있는 4가지	307
1.6	OTDR(Optical Time Domain Reflectometer)	307
1.7	변조도 측정	310
1.8	송신기의 왜율 측정	310
1.9	표준 신호 발생기(Standard Signal Generator)의 구비 조건	311
2. 수신기에 관한 측정		311
3. 안테나 급전선에 관한 측정		313
4. 전기회로에 관한 측정		314
■ 핵심문제		319
CHAPTER 4	정보설비기준	363
1. 접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구등에 대한 기술기준		364
개념확인 1	총칙	364
개념확인 2	보호기성능 및 접지설비 설치방법	365
개념확인 3	선로설비 설치방법	390
개념확인 4	구내통신설비 설치방법	394
개념확인 5	통신공동구·관로 및 맨홀 등의 설치방법	397
개념확인 6	업무용 건축물에 대한 구내통신 선로설비	398
2. 방송통신설비의 기술기준에 관한 규정		400
개념확인 1	용어정의	400
개념확인 2	분계점	401
개념확인 3	위해 등의 방지	402
개념확인 4	보호기 및 접지	402

목차

15

개념확인 5 전원설비	403
개념확인 6 국선접속설비 및 옥외회선 등의 설치 및 철거	404
개념확인 7 전기안전기준	406
3. 전자서명법	406
개념확인 1 용어의 정의	406
4. 전기통신사업법	408
개념확인 1 전기통신사업	408
개념확인 2 부가통신사업	409
5. 정보통신공사업법	410
개념확인 1 용어의 정의	410
개념확인 2 공사의 감리	413
개념확인 3 정보통신공사 감리업무 수행기준	419
개념확인 4 정보통신기술자	424
개념확인 5 공사의 설계	429
개념확인 6 정보통신공사 설계업무 수행기준	431
개념확인 7 공사계획서	466
개념확인 8 공사의 범위 및 종류	470
6. 기타 출제경향	473
개념확인 1 정보통신 설비 유지보수	473
개념확인 2 방송통신기자재 등의 전자파 적합성 평가를 위한 시험방법	474
개념확인 3 유선 전화 교환망 품질 기준	474
개념확인 4 CCTV 시스템을 유지보수하기 위해서 정기점검과 수시점검	475
개념확인 5 이동통신 기지국 유지보수	476
개념확인 6 고유저항	476
개념확인 7 정보보호 관리체계 인증(ISMP)/정보보호 및 개인정보보호 관리체계(ISMP-P)	477
개념확인 8 번호 이동성, 番號移動性, number portability	479
개념확인 9 정보통신기기의 통신 속도의 허용 오차	479
■ 핵심문제	480

CHAPTER 5 정보통신네트워크 517

1. 정보통신망	518
1.1 공중전화교환망(PSTN : Public Switched Telephone Network)	518
1.2 LAN(근거리 통신망 : Local Area Network)	519
1.3 Inter-networking	528
1.4 TCP/IP(transmission control protocol/internet protocol)	530
2. 근거리 통신망(LAN) 설계	543
2.1 VLAN 및 Private VLAN 구성	543
2.2 라우팅 프로토콜 학습	548
3. 구내통합설비 설계	557
3.1 구내교환설비 설계	557
3.2 데이터 교환 방식	558
3.3 인터넷 통신망	567
3.4 전송망	573
■ 핵심문제	577

기출문제 2022~2023 635
정보통신기사**2022**

2022년 정보통신기사 필답 1회	636
2022년 정보통신기사 필답 2회	643
2022년 정보통신기사 필답 4회	652

2023

2023년 정보통신기사 필답 1회	660
2023년 정보통신기사 필답 2회	667
2023년 정보통신기사 필답 4회	672

정보통신산업기사**2022**

2022년 정보통신산업기사 1회	680
2022년 정보통신산업기사 2회	687
2022년 정보통신산업기사 4회	692

2023

2023년 정보통신산업기사 1회	699
2023년 정보통신산업기사 2회	706
2023년 정보통신산업기사 4회	711

정보통신기사 · 산업기사

CHAPTER 1

정보통신공학

1. 디지털 신호 처리 방식
2. 디지털 변복조 방식
3. 아날로그 연속변조
4. 전송 선로
5. 디지털 데이터 전송
6. 프로토콜(Protocol)

1. 디지털 신호 처리 방식

1.1 변조(Modulation)

(1) 변조의 의미

변조란 정보의 송신지에서 보내고자 하는 데이터를 신호로 표현하여 반송파라는 고주파(높은 주파수)의 진폭(Amplitude), 주파수(Frequency), 위상(Phase) 등에 실어 보내는 전송방식을 말하는 것으로서 신호의 주파수 스펙트럼을 높은 쪽으로 옮기는 조작이라고 할 수 있다.

즉 원래의 신호(원신호)를 전송로(통신회선)상에 보내기 적합한 신호로 변환시키는 과정을 말하는 것이다.

(2) 변조의 목적

- ① 원거리 전송을 하기 위함
- ② 각종 잡음과 간섭을 줄이기 위함(다른표현 : S/N 개선된다.)
- ③ 주파수 분할 다중화(FDM)를 하기 위함(다른표현 : 다중통신에 유리하다.)
- ④ 송·수신 안테나의 길이를 해결하기 위함(다른표현 : 안테나 길이가 줄어들고 회로 전체가 단순화 됨)

(3) 변조의 종류

원래의 신호 반송파	아날로그 신호	디지털 신호
	아날로그(Analog)연속 변조	디지털(Digital)연속 변조
연속함수 (연속 변조)	AM(진폭 변조) FM(주파수 변조) PM(위상 변조)	ASK(진폭 천이 변조) FSK(주파수 천이 변조) PSK(위상 천이 변조) QAM(직교 진폭 변조)
펄스함수 (펄스 변조)	아날로그(Analog)펄스 변조	디지털(Digital)펄스 변조
	PAM(펄스 진폭 변조) PWM(펄스 폭 변조) PFM(펄스 주파수 변조) PPM(펄스 위치 변조)	PCM(펄스 부호 변조) PNM(펄스 수 변조) DPCM(차분 펄스 부호 변조) DM(델타 변조)

■ 연속변조

Analog 변조 방식		Digital 변조 방식	
신호파형		신호파형	
AM		ASK	
FM		FSK	
PM		PSK	

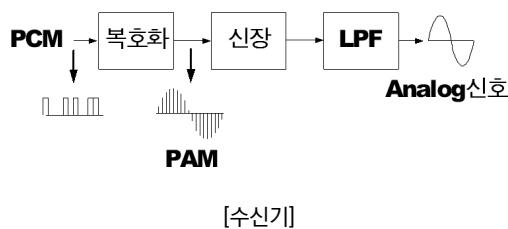
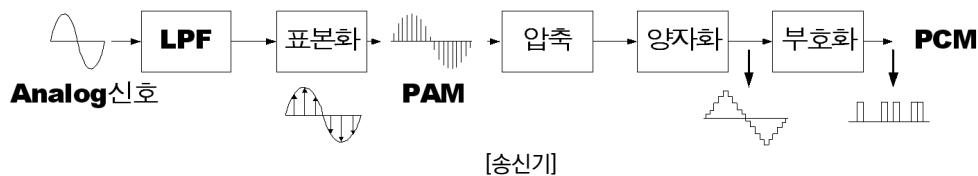
■ 펄스변조

아날로그		입력신호	
펄스 변조 방식의 종류		변조하는 파라미터	
기호	명칭		
아 날 로 그 변 조	PAM	펄스 진폭 변조 Pulse Amplitude Modulation	진폭
	PWM (PDM)	펄스 폭 변조 Pulse Width Modulation 펄스 지속시간 변조 Pulse Duration Modulation	펄스의 폭
	PPM (PPM)	펄스 위상 변조 Pulse Phase Modulation 펄스 위치 변조 Pulse Position Modulation	위상
	PFM	펄스 주파수 변조 Pulse Frequency Modulation	주파수
	PTM	펄스 시 변조 Pulse Time Modulation	신호파의 진폭에 따라 펄스의 시간적 위치를 변동시키는 변조 방식 지금은 거의 사용되지 않는다.
디 지 털 변 조	PNM	펄스 수 변조 Pulse Number Modulation	펄스 수
	PCM	펄스 부호 변조 Pulse Code Modulation	부호화

1.2 PCM(Pulse Code Modulation : 펄스부호변조)

아날로그 정보를 디지털 펄스 코드로 바꾸어 전송하고 다시 아날로그 정보로 되돌리는 방식으로 디지털 펄스 변조 방식이다.

(1) PCM 구성도



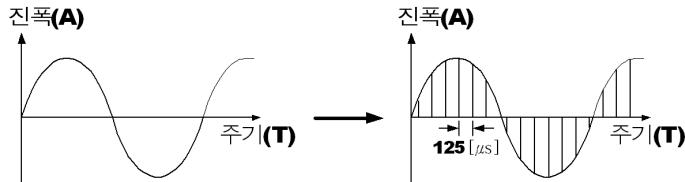
(2) PCM 과정

- PCM의 3단계 : 표본화, 양자화, 부호화
- 표본화 : 대역제한된 아날로그입력신호를 입력신호의 최고주파수(f_m)의 2배 이상의 주파수로 샘플링하여 PAM신호를 얻는 과정
- 양자화 : 표본화된 PAM신호를 가장 가까운 이산적인 양자화레벨(2^n)에 균사화 시키는 과정(다른 표현 : 표본화된 PAM신호를 이산적 신호로 바꾸는 과정)
- 부호화 : 양자화된 이산적 신호를 0과 1에 해당되는 펄스의 조합으로 바꾸는 과정

참고

- 다중화 : 각 채널의 신호를 하나의 고속채널에 많은 양의 데이터를 동시에 전송할 수 있는 기술을 의미하며 회선의 경제성과 효율적 전송을 위함이다.
- 암신기(Companding) 설치 목적 : 선형양자화를 하면서 비선형 양자화의 효과를 얻기 위함.

(3) 표본화(Sampling)



[대표 값을 뽑아내는 과정]

원 신호를 전부 전송하면 좋지만 전송해야 할 데이터 량이 많아지므로 원 신호 전체를 보내지 않고 보내려는 신호의 대표되는 값만 보내도 원 신호 회복이 가능하다는 것

① 표본화 정리

신호가 가지고 있는 최고 주파수(f_m)으로 대역 제한된 신호(f_t)가 있을 때 이(f_t)를 T_s 간격으로 발췌하여 전송하여도 f_t 가 가지고 있는 정보 전달에는 이상이 없으며 주어진 원신호를 정확히 회복할 수 있다.

음성 신호의 경우 f_m 은 3400Hz가 된다.

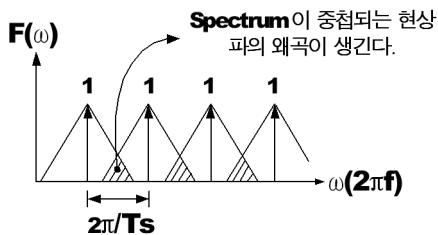
$$f_s \geq 2f_m \quad f_s \geq 3400 \times 2 = 6800\text{Hz}$$

$$T_s \leq \frac{1}{2f_m} \Rightarrow T_s \leq \frac{1}{3400 \times 2} = 147\mu\text{sec}$$

실제 음성의 표본화 주파수와 주기는 여유 있게 $f_s = 8\text{k}\mu\text{z}$ 이고 $T_s = 125\mu\text{s}$ 를 사용하고 있다.

② 표본화 오차

- aliasing(엘리어싱)



발생 원인은 LPF의 차단특성이 불량하거나, $f_s \geq 2f_m$ 을 만족하지 못했을 때 생기는 오차.

대책으로는 $f_s \geq 2f_m$ (표본화 주파수)를 만족시킨다.

표본화 전에 LPF(저역여파기)를 설치한다.

- 절단오차

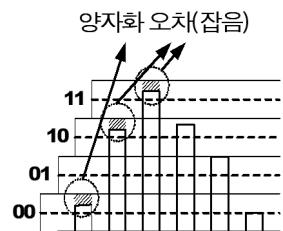
표본화의 전제 조건은 표본 값이 무한한 시간에 걸쳐 발생하나 실제 시스템에서 취급하는 신호는 유한한 것이기 때문에 생기는 오차

- 반올림 오차

연속적인 신호를 표본화를 통해 PAM신호로 만드는 과정에서 생기는 오차

(4) 양자화(Quantization)

PAM파를 이산적 신호인 값으로 바꾸는 과정



■ 양자화 잡음 : 표본화된 PAM파와 양자화 간격 사이에서의 오차로 인한 잡음

※ 개선책

- 양자화 Step수를 증가 시킨다. (양자화 시 bit 수 증가)
- 비선형 양자화를 한다.
- 압축과 신장(압신기)을 사용한다.

■ 선형 양자화(Linear Quantization)

입력되는 신호의 크기에 관계없이 양자화 스텝의 크기를 항상 일정하게 양자화 하는 방식으로 입력신호의 크기가 일정한 경우에 사용하는 방식이다.

■ 비선형 양자화(Non-Linear Quantization)

입력되는 신호의 크기에 따라서 양자화 스텝의 크기를 달리하는 방식으로 입력 신호의 진폭이 큰 경우에는 스텝의 크기를 크게 하고, 진폭이 작은 경우에는 스텝의 크기를 작게 하여 전 입력 신호에 걸쳐 신호 대 잡음비(S/N)를 균일하게 할 수 있는 방식이다.

■ 양자화 잡음 전력(P)

$$P = \frac{S^2}{12}$$

여기서 S 는 양자화 Step의 크기를 나타낸다.

■ 신호전력과 양자화 잡음 전력의 비(S/N_q)

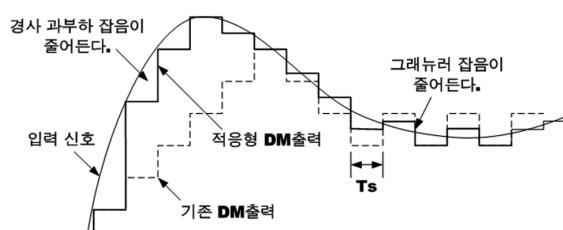
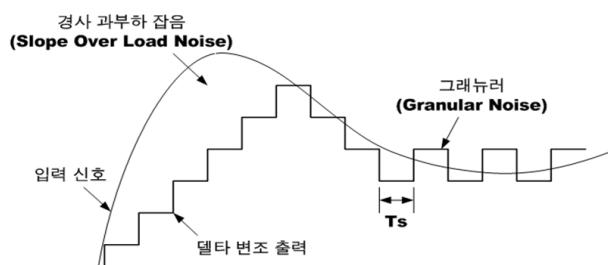
실제로 양자화 시 사용되는 bit수를 한 bit씩 증가시킬 때 마다 S/N비는 약 6[dB]씩 개선된다.

$$S/N_q[dB] = 6n + 1.8, \quad (n : \text{양자화 시 사용되는 bit 수}),$$

$$S/N_q = \frac{3}{2}q^2, \quad (q : \text{양자화 레벨 수})$$

■ 양자화 시 발생되는 잡음의 종류

- ① 경사 과부하 잡음(Slope Over Load Noise) : 아날로그 파형이 급격하게 변하는 경우 그 변화를 추적할 수 없을 때 나타나는 잡음으로 갑자기 매우 큰 신호가 입력되면 양자화기는 압축 가능한 진폭까지만 압축하고 그 이상의 진폭은 양자화기에 의해서 제거된다.
- ② 그래뉼러 잡음(Granular Noise) : 입력 신호 레벨의 변화율보다 양자화 레벨의 변화율이 작을 경우 발생



(5) 부호화(Encoding)



양자화를 거쳐 나온 이산적 신호를 전송로 상에 알맞은 펄스 부호로 바꾸는 과정
부호화 할 때 사용되는 코드로는 Gray Code(그레이 코드)가 있다.

(6) 디지털 중계기(Repeater)의 재생기능

디지털 중계기에는 아날로그 중계기에 없는 재생 기능이 있다. 이러한 재생기능으로는 3가지가 있으며 모두 영문자 R로 시작하므로 다른 말로는 3R기능 이라고도 한다.

- 파형 재생(Reshaping)
- 식별 재생(Regeneration)
- 타이밍 재생(Retiming)

※ 중계기(Repeater)의 목적 : 전송거리에 따라 감쇄, 지연 왜곡된 신호를 원신호와 동일한 신호로 재생하여 전송하고, 전송거리확장과 Noise 축적을 방지할 목적이 있다.

(7) PCM 특징

■ 장점

- 각종 잡음에 강하다.
- 누화나 혼선에 강하다.
- 전송 구간에 잡음이 누적되지 않는다.
- 저질의 전송로에도 사용이 가능하다.

■ 단점

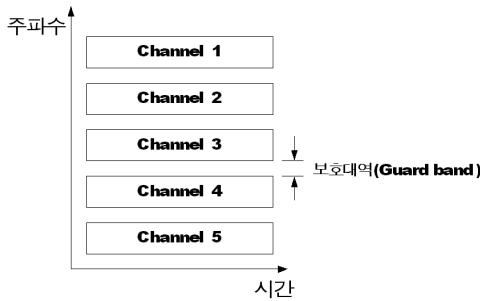
- 점유 대역폭이 넓다.
- PCM고유 잡음이 있다.(표본화 잡음, 양자화 잡음 등)

1.3 다중화

각 채널의 신호를 하나의 고속채널에 많은 양의 데이터를 동시에 전송할 수 있는 기술을 의미하며 회선의 경제성과 효율적 전송을 위함이다.

(1) FDM(frequency division multiplexing, 주파수 분할 다중화)

사용 가능한 주파수 대역을 분할하여 다중화 하는 방식으로 각 채널을 서로 다른 반송파를 사용하여 변조한 다음 송신하고, 수신측에서는 BPF를 사용 각 채널별로 복조(검파)함으로써 원 신호를 얻어낸다.

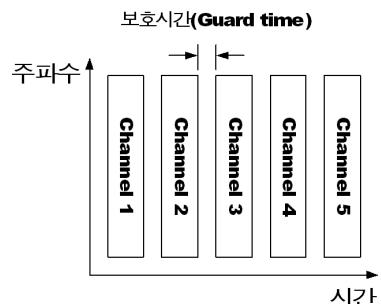


■ 특징

- 주파수 할당 대역폭이 넓을 때 사용
- 보호대역(Guard band)으로 인해 주파수 낭비 초래
- 전체회로구성은 TDM에 비해 간단하다.
- 잡음 및 간섭에 약하다.
- 비동기 방식에 사용한다.

(2) TDM(time division multiplexing, 시 분할 다중화)

사용 가능한 시간 대역을 분할하여 다중화 하는 방식으로 각 채널에 정보 신호를 전송할 수 있는 시간인 Time Slot을 할당하여 전송하고 수신측에서 전체 망 동기를 통해 희망 채널 신호를 수신함으로서 원 신호를 얻어낸다.



■ 특징

- 주파수 할당 대역폭이 좁을 때 사용
- 가입자(각각의 채널)가 증가하면 시간적 지연(delay)이 생긴다.
- 동기를 맞춰 주어야 한다.(동기식 방식에 사용)
- 전체회로구성은 FDM에 비해 복잡하다.

(3) PCM/TDM

		PCM-24ch / TDM(북미방식) T1반송 system (DS1)	PCM-32ch / TDM(유럽방식) E1반송 system (DE1)		
표본화 주파수		8KHz(음성의 경우)	8KHz(음성의 경우)		
표본화 주기		125μs	125μs		
1Frame Channel 수	음성 채널 수	24 채널	24 채널	30 채널 16번째 채널 1번째 채널	
	신호용 채널		각 채널의 마지막 1bit		
	동기용 채널		frame의 마지막 1bit		
1Frame당 bit 수		24ch(채널 수) × 8bit(1채널 당 bit 수) + 1bit(동기용 bit) = 193bit	32ch(채널 수) × 8bit(1채널 당 bit 수) = 256bit		
Time Slot (1frame에서 1bit가 차지하는 시간)		125μs ÷ 193bit = 0.648μs	125μs ÷ 256bit = 0.448μs		
정보전송량[bps] (1ch의 전송속도)		한 채널의 비트 수(8bit) × 표본화 주파수(8KHz) = 64Kbps	8bit × 8KHz = 64Kbps		
Pulse 전송속도 (1Frame의 전송속도)		1 frame의 총 비트 수(193bit) × 표본화 주파수(8KHz) = 1.544Mbps	256bit × 8KHz = 2.048Mbps		
암신특성		μ -Law $\mu = 255$, 15절선식	A-Law A = 87.6, 13절선식		
멀티프레임 수		12	16		

(4) PCM관련 변조 방식

① DPCM(Differential PCM) : 차동 펄스 부호 변조 방식

이전의 표본 값을 기준으로 입력된 신호를 예측하고, 예측된 표본 값과 실제 표본 값의 오차를 부호화 하는 방식으로 실제로 DPCM은 5bit 양자화를 수행한다.

② DM(Delta Modulation) : 델타 변조 방식

이전의 표본 값을 기준으로 입력된 신호를 예측하고, 예측된 표본 값과 실제 표본 값의 오차를 1bit로 하여 전송하는 방식으로 두 표본 값의 차가 양수이면 1로 음 수이면 0으로 부호화 한다.

③ ADPCM(Adaptive Differential Pulse Code Modulation : 적응형 차분 부호 변조)

ADM 방식은 양자화 스텝 크기를 적응적으로 변화시키는 적응 양자화 방법을 사용하는 방식이며, DPCM에서는 예측기를 사용한 예측 부호화 방법을 사용 하므로 이들의 기본적인 개념을 조합하여, 적응 양자화와 예측 부호화 개념을 동시에 사용하는 방식이 적응 차분 펄스변조(ADPCM)이다.

④ ADM(Adaptive Delta Modulation : 적응형 델타 변조방식)

ADM 변조 방식은 기존의 DM(델타 변조)방식에 적응기를 이용한 방식으로 양자화의 스텝 크기를 입력신호에 따라 변화시키는 변조방식이다.

 참고

※ S/N 비교

PCM > DPCM > DM

※ 전송 대역폭 비교

PCM > DPCM > DM



01 변조의 필요성에 대하여 3가지만 설명하시오. 2019년 4회 기사

정답

- ① 원거리 전송을 위하여
- ② 다중화를 용이하게 하기 위하여(FDM)
- ③ 각종 잡음과 간섭을 줄여 S/N를 개선하기 위하여
- ④ 안테나 길이를 줄일 수 있어 제작 문제를 해결함으로 회로소자를 간편화 할 수 있다.

02 정현파를 반송파로 하는 대표적인 아날로그 변조의 종류 3가지를 쓰세요. 2016년 2회 산업기사

정답

- ① AM(Amplitude Modulation)
- ② FM(Frequency Modulation)
- ③ PM(Phase Modulation)

03 반송파의 진폭과 위상을 상호 변환하여 신호를 얻는 변조방식으로 고속데이터 전송에 매우 좋고 통신회선의 잡음과 위상에 대해 우수한 특성이 있는 변조방식은 무엇인가?

2013년 4회 기사, 2017년 4회 기사

정답

QAM(Quadrature Amplitude Shift Keying : 직교진폭변조)

04 PCM에서 아날로그 음성정보를 디지털 신호로 변환하기 위한 3단계 과정을 순서대로 쓰시오. 2017년 1회 산업기사/2020년 1회 2형 산업기사

정답

- ① 표본화
- ② 양자화
- ③ 부호화

해설

※ PCM

- ① PCM의 3단계 : 표본화, 양자화, 부호화
- ② 표본화 : 대역 제한된 아날로그 입력신호를 입력신호의 최고주파수(f_m)의 2배 이상의 주파수 ($f_s \geq 2f_m$)로 샘플링 하여 PAM신호를 얻는 과정
- ③ 양자화 : 표본화된 PAM신호를 가장 가까운 이산적인 양자화레벨(2^n)에 근사화 시키는 과정
- ④ 부호화 : 양자화된 레벨 값을 0과 1의 펄스열로 변환하는 과정
- ⑤ 다중화 : 각 채널의 신호를 하나의 고속채널에 많은 양의 데이터를 동시에 전송할 수 있는 기술
- ⑥ 압신기(Companding) 설치 목적 : 선형양자화를 하면서 비선형 양자화의 효과를 얻기 위함.



05 다음 PCM 방식의 송신 기본구성도의 팔호 안에 들어갈 알맞은 것을 쓰시오. 2016년 1회 산업기사/2019년 4회 2형 산업기사



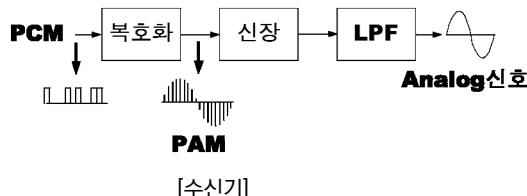
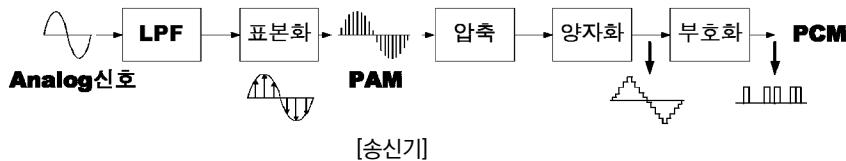
보기 부호화, 양자화, 복호화, 신장, 다중화, 암호화

정답

- ① 양자화 ② 부호화

해설

- ① PCM 구성도



06 T1 반송시스템을 통하여 음성신호를 PCM으로 전송할 때 다음에 대하여 설명하시오.

2013년 1회 기사/2020년 2회 기사/2020년 2회 2형 산업기사

보기

정답

- ① 표본화 : 대역 제한된 아날로그 입력신호를 입력신호의 최고주파수(f_m)의 2배 이상의 주파수 ($f_s \geq 2f_m$)로 샘플링 하여 PAM신호를 얻는 과정

※ 다른 표현 : 입력된 아날로그 신호의 가장 높은 주파수의 2배 이상으로 샘플링하는 과정

- ② 양자화 : 표본화된 PAM신호를 가장 가까운 이산적인 양자화레벨(2^n)에 근사화 시키는 과정

※ 다른 표현 : 표본화된 PAM신호를 이산적 신호로 바꾸는 과정

- ③ 부호화 : 양자화된 레벨 값을 0과 1의 펄스열로 변환하는 과정

※ 다른 표현 : 양자화된 이산적 신호를 0과 1의 펄스열로 변환하는 과정

- ④ 다중화 : 각 채널의 신호를 하나의 고속채널에 많은 양의 데이터를 동시에 전송할 수 있는 기술

※ 다른 표현 : 다중화는 회선의 경제성과 효율적 전송을 위함이다.



- 07** 나이퀴스트(Nyquist) 이론에서 최소한의 샘플링주파수(f_s)는 최고주파수(f_m)의 몇 배인가? 2013년 1회 산업기사

정답

2배

해설

나이퀴스트(Nyquist) 이론은 신호의 최고주파수(f_m)의 2배로 표본화하여 전송하게 되면 원 신호 회복이 가능하다는 이론이다.

$$\therefore f_s (\text{표본화주파수}) = 2f_m (\text{신호의 최고주파수})$$

* 참고 : $f_s \geq 2f_m$ (Shannon의 정리)

- 08** PCM(펄스부호변조)방식에서 음성신호의 최고주파수가 4 [kHz]라고 할 때, 다음 물음에 답하시오. 2015년 1회 산업기사/2015년 2회 기사 5점

(가) 표본화 주파수는 몇 [Hz]인가?

(나) 표본화 주기는 얼마인가?

정답

(가) 8[kHz], (나) 125[μs]

해설

표본화 정리에 의해

$$f_s (\text{표본화주파수}) = 2f_m = 2 \times 4 [\text{k}\text{Hz}] = 8 [\text{k}\text{Hz}], f_m (\text{최고사용주파수}),$$

$$T_s (\text{표본화주기}) = \frac{1}{f_s} = \frac{1}{8 \times 10^3} = 125 [\mu\text{s}]$$

- 09** PCM 기록 장치에서 최고주파수 15[KHz]까지 녹음을 하기 위해서는 1초에 몇 비트의 정보량을 기록해야 하는가? (단, 샘플당 8[bit] 부호화로 한다.) 2016년 2회 기사/2018년 2회 기사

정답

$$240 \times 10^3 [\text{bit}]$$

계산과정

$$f_s = 2f_m = 2 \times 15 [\text{k}\text{Hz}] = 30 [\text{k}\text{Hz}], \text{샘플 하나당 } 8\text{bit} \text{ 부호화이므로 신호 속도는 } 30 [\text{k}\text{Hz}] \times 8 [\text{bit}] = 240 \times 10^3 [\text{bps}] \therefore 1\text{초에 } 240 \times 10^3 \text{bit} \text{의 정보량을 기록해야 한다.}$$

- 10** 표본화주파수가 48[KHz]의 PCM 펄스에서 신호주파수가 8[KHz]일 때, 표본화 펄스 수 $N(\text{개}/\text{주기})$ 를 구하고, 재생가능한 최대주파수 f_m [KHz]를 구하시오. 2014년 2회 기사/2014년 4회 기사/2017년 1회 기사

가. 표본화 펄스 수 : N



핵심문제

계산과정

$$N = \frac{\text{표본화주파수}}{\text{신호주파수}} = \frac{48\text{kHz}}{8\text{kHz}} = 6$$

정답

6

나. 최대 신호주파수 : f_p

계산과정

$$f_s = 2f_p \text{에서 } 48\text{kHz} = 2f_p \therefore f_p = 24\text{kHz}$$

정답

24[kHz]

11 PCM 방식에서 원신호 파형의 주파수가 1kHz이고, 표본화 주파수가 32kHz 일 때 1주기 당 표본신호는 몇 개인가? [2021년 2회 산업기사](#)

정답

32개

해설

원신호 파형의 주파수가 1kHz라 함은 1초 당 파가 1000번 진동하는 파라는 의미이며, 표본화 주파수가 32kHz라 함은 1초 당 표본화를 32000번 한다는 의미이다. 그러므로 파가 한번 진동할 때 표본화 수는 32번이 된다.

12 $f(x) = \cos 50\pi t$ 에서 최소표본화 주파수와 주기는? [2018년 1회 산업기사](#)

계산과정

$$\omega = 2\pi f = 50\pi, \therefore f = 25[\text{Hz}], \text{그러므로 } f_s = 2f = 2 \times 25 = 50[\text{Hz}]$$

$$\therefore T_s = \frac{1}{f_s} = \frac{1}{50} = 0.02[\text{s}]$$

정답

50[Hz], 0.02[s]

13 $f(t) = \cos 50\pi t + 5\cos 100\pi t$ 에서 원 신호를 재생하기 위한 f_s , T_s 는?

계산과정

먼저 표본화 주파수는 최고 사용주파수의 2배이므로 $f_s = 2f_m = 2 \times 50[\text{Hz}] = 100[\text{Hz}]$ 이므로 샘플링 주기는 $T_s = \frac{1}{f_s} = \frac{1}{100} = 0.01[\text{s}]$ 가 된다.

정답

 $f_s = 100[\text{Hz}], T_s = 10[\text{ms}]$



14 PCM 양자화 잡음의 원인과 개선방법 3가지를 서술하시오. 2012년 1회 기사/2013년 4회 산업기사/

2015년 1회 산업기사

정답

1. 원인 : 표본화된 PAM파와 양자화 간격 사이에서의 오차로 인한 잡음
2. 개선책
 - ① 양자화 step수 증가(양자화 bit 수 증가)
 - ② 압신기(companding) 설치
 - ③ 비선형 양자화

15 아날로그 신호를 디지털화하기 위해서 양자화 과정을 거친다. 양자화 잡음을 줄이기 위한 대표적인 방법 2가지만 쓰시오. 2017년 1회 산업기사/2018년 2회 산업기사/2020년 2회 산업기사

정답

- ① 양자화 step수 증가(양자화 bit 수 증가)
- ② 압신기(companding) 설치
- ③ 비선형 양자화

16 다음은 PCM에 관한 문제이다. 물음에 답하세요. 2014년 2회 산업기사

- 가. PCM 양자화 방법에서 입력진폭이 작은 부분에서는 스텝 간격을 좁게 하고, 입력 진폭이 큰 부분에서는 스텝 간격을 넓게 하는 것을 무엇이라고 하는가?
- 나. PCM에서 압축기와 신장기를 사용하는 목적을 간단히 쓰세요.
- 다. Nyquist의 주파수보다 낮게 하여 표본화하였을 경우 발생하는 현상을 무엇이라 하는가?
- 라. Shannon의 표본화 정리를 간단히 설명하세요.

정답

- 가. 비선형 양자화
- 나. 선형양자화를 하면서 비선형 양자화의 효과를 얻기 위해
- 다. 엘리어싱 현상
- 라. 대역 제한된 아날로그입력신호를 입력신호의 최고주파수(f_m)의 2배 이상의 주파수로 샘플링 하여 PCM 전송을 하게 되면 수신 단에서는 완벽한 원신호 회복이 가능하다. $f_s \geq 2f_m$ (f_s : 표본화 주파수, f_m : 신호파의 최대 주파수)

17 FDM에 대한 PCM 방식의 장점 4가지 단점 2가지를 서술하시오. 2012년 1회 산업기사

정답

- 장점
- ① 잡음과 왜곡에 강하다.
 - ② 누화나 혼선에 강하다.



- ③ 저질 전송로에서도 신호전송이 가능하다.
- ④ FDM 등의 장비보다 크기, 무게, 견고성에서 우수하므로 정비주기가 길다.
- ⑤ 보안성을 확보할 수 있다. (디지털 스크램블링 방식을 이용하여 안정적이다.)

단점

- ① 엘리어싱오차, 절단오차, 반올림오차 등 표본화 오차가 발생한다.
- ② 채널당 소요되는 대역폭이 증가된다. (채널당 점유 주파수 대역폭이 넓다.)
- ③ PCM 고유의 잡음인 양자화 잡음(Quantizing Noise)이 발생한다.
- ④ 동기(Synchronization)가 유지되어야 한다.
- ⑤ 지리적으로 분산된 신호의 다중화가 어렵다.

18 다음은 PCM에 관한 문제이다. 물음에 답하세요. *2017년 2회 기사*

- (1) A/D 변환과정 중 3단계 과정

정답

- ① 표본화
- ② 양자화
- ③ 부호화

- (2) 재생증계기의 기능 3가지(3R)

정답

- ① Reshaping
- ② Regenerating(or Regeneration)
- ③ Retiming

19 재생증계기의 기본 3가지 재생기능을 적으시오. *2020년 4회 산업기사*

정답

- ① 파형재생(Reshaping)
- ② 식별재생(Regeneration)
- ③ 타이밍재생(Retiming)

20 디지털신호 전송에서 재생증계기를 사용하는 목적을 쓰시오. *2017년 1회 산업기사*

정답

전송거리에 따라 감쇄, 지연 왜곡된 신호를 원신호와 동일한 신호재생을 하여 전송함으로써 전송거리 확장 및 잡음 축적을 방지한다.

21 FDM, TDM에 대하여 간단하게 서술하시오. *2013년 4회 산업기사/2016년 1회 산업기사*

정답

- ① FDM : 사용 가능한 주파수 대역을 분할하여 다중화 하는 방식으로 각 채널을 서로 다른 반송파를 사용하여 번조한 다음 송신하고, 수신측에서는 BPF를 사용 각 채널별로 복조(검파)함으로써 원 신호를 얻어낸다.



② TDM : 사용 가능한 시간 대역을 분할하여 다중화 하는 방식으로 각 채널에 정보 신호를 전송할 수 있는 시간인 Time Slot을 할당하여 전송하고 수신측에서 전체 망 동기를 통해 희망 채널 신호를 수신함으로서 원 신호를 얻어낸다.

22 주파수분할 다중화방식(FDM)에서 보호대역(Guard Band)가 필요한 이유를 쓰고, 이에 따른 문제점을 적으시오. 2020년 1회 산업기사

정답

주파수대가 이웃한 2개의 통신로 간섭을 막기 위해 데이터 전송 장치의 2개 통신로 사이에 사용하지 않고 남아 있는 주파수 대역으로 주파수 대역의 낭비의 원인이 된다.

23 FDM에서 보호대역이 필요한 이유는? 2018년 2회 산업기사

정답

인접한 채널간의 간섭을 줄이기 위하여

24 음성채널이 4[kHz]의 대역폭을 갖는다. 10개의 음성채널(Voice Channel)을 500[Hz]의 보호대역(Guard Band)을 사용하는 FDM으로 다중화하고자 할 때 대역폭을 구하시오.

2015년 2회 산업기사

계산과정

$$10 \times 4[\text{kHz}] + 9 \times 500[\text{Hz}] = 44.5[\text{kHz}]$$

정답

$$44.5[\text{kHz}]$$

25 주파수분할 다중화(FDM) 방식과 시분할 다중화(TDM)방식의 차이점을 비교한 것이다. 다음 보기에서 골라 완성하시오. 2014년 2회 기사

비교	FDM	TDM
채널간 완충대역	①	②
회로구성의 용이성	③	④
망 구성방식	Multi Point 방식	Point to Point 방식
다중화기 내부속도	저속도 1,200[bps]이하	저속 및 고속(9,600[bps])
누화의 영향	⑤	⑥
다중화방식	⑦	⑧
신호형태	⑨	⑩



핵심문제

보호대역, 보호시간, 아날로그방식, 디지털방식, 비동기방식, 동기방식–비동기방식, 간편하다, 복잡하다, 작다, 크다

정답

- ① 보호대역 ② 보호시간 ③ 간편하다 ④ 복잡하다 ⑤ 크다
⑥ 작다 ⑦ 비동기방식 ⑧ 동기방식–비동기방식 ⑨ 아날로그방식 ⑩ 디지털방식

26 PCM 전송에서 최고주파수 4KHz를 나이퀴스트 주기로 표본화하고 8bit로 부호화 했을 경우 다음 물음에 답하시오. 2013년 2회 기사

- 가. 한 채널당 정보전송량은 얼마인가?
나. 총 24채널로 TDM 펄스 전송할 때 전송속도는 얼마인가?

정답

- 가. 64[Kbps]
한 채널당 정보전송량 = 표본화주파수 × bit 수 = $(2 \times 4\text{kHz}) \times 8\text{bit} = 64[\text{Kbps}]$
나. 1.544[Mbps]
펄스전송속도 = 표본화주파수 × bit 수 = $8\text{kHz} \times 193\text{bit} = 1.544[\text{Mbps}]$

27 인간의 목소리는 보통 0[Hz]에서 4,000[Hz] 사이의 주파수를 갖는다고 한다. PCM 처리과정에서 표본 당 8비트로 목소리를 디지털 PCM화 하고자 한다면 이 때 비트율 [Kbps]을 계산하시오. 2015년 1회 산업기사/2015년 2회 산업기사/2017년 2회 산업기사/2018년 1회 산업기사

계산과정

표본화 주파수는 $f_s = 2f_m = 2 \times 4[\text{kHz}] = 8[\text{kHz}]$ 이므로
비트율은 표본화주파수(f_s) × 비트수(n) = $8[\text{kHz}] \times 8\text{bit} = 64[\text{Kbps}]$ 가 된다.

정답

64[Kbps]

28 T1방식과 E1방식의 속도는 각각 얼마인가? 2013년 1회 산업기사/2014년 1회 산업기사/2017년 2회 산업기사

정답

- ① T1 : 1.544[Mbps]
② E1 : 2.048[Mbps]



29 E1 전송회선(유럽방식)에서 PCM-32채널의 출력 단 전송속도(전송량)을 계산하세요.

2015년 2회 산업기사/2020년 2회 산업기사

계산과정

1프레임의 크기(256[bit])×표본화 주파수(8[kHz])=2.048[Mbps]

정답

2.048[Mbps]

30 PCM-24채널(T1-반송시스템 : 북미방식)의 출력 단 전송속도는 얼마인지 계산하세요.

2016년 2회 산업기사/2020년 4회 산업기사/2021년 1회 산업기사

계산과정

1frame의 비트 수(193bit)×표본화 주파수(8kHz)=1.544[Mbps]

정답

1.544[Mbps]

31 다음을 쓰시오. 2020년 1회 산업기사

(1) PCM에서 아날로그 음성정보를 디지털 신호로 변환하기 위한 3단계 과정을 순서대로 쓰시오.

정답

- ① 표본화
- ② 양자화
- ③ 부호화

(2) 북미식(T1방식)과 유럽식(E1방식)의 전송속도는 각각 얼마인가?

정답

- ① T1 : 1.544[Mbps]
- ② E1 : 2.048[Mbps]

32 PCM-24 CH(T1) 방식에 대한 다음 물음에 답하시오. 2013년 2회 산업기사/2021년 2회 산업기사

가) 1 Frame 당 소요시간은 얼마인가?

나) 1 채널에 할당되는 시간은?

다) 펄스 전송속도는 얼마인가?

정답

가) $125[\mu\text{s}]$

$$1/8000 = 125[\mu\text{s}]$$

나) $5.21[\mu\text{s}]$

$$125[\mu\text{s}]/24 \approx 5.21[\mu\text{s}]$$

다) 1.544[Mbps]

$$1frame의 총비트수(193bit) \times 표본화주파수(8kHz) = 1.544[Mbps]$$



33 PCM-24 채널방식(북미)과 PCM-32 채널방식(유럽)을 비교한 것이다. 빈 칸을 채우시오. 2016년 1회 기사

	PCM-24(북미)	PCM-32(유럽)
표본화 주파수	①	④
프레임당 비트수	②	⑤
전송속도	③	⑥

정답

- ① 8[KHz] ② 193[bit] ③ 1.544[Mbps]
 ④ 8[KHz] ⑤ 256[bit] ⑥ 2.048[Mbps]

34 다음은 PCM 반송시스템에서 북미방식과 유럽 방식을 비교한 것이다. 빈칸(A~E)를 채우시오. 2015년 2회 산업기사

	북미방식(T1)	유럽방식(E1)
표본화 주파수	(A)	8[KHz]
전송속도	1.544[Mbps]	(B)
프레임당 비트수	(C)	(D)
프레임당 통화로수	24	(E)

정답

- (A) 8[Hz] (B) 2.048[Mbps] (C) 193 (D) 256 (E) 30

35 북미(T1 계열)방식의 Multiframe 구성과 유럽(E1 계열)방식의 Multiframe 구성을 비교 설명하시오. 2016년 1회 기사

정답

- 북미(T1 계열) : 1frame은 24ch, 193[bit], Multiframe은 12개로 구성
 유럽(E1 계열) : 1frame은 32ch, 256[bit], Multiframe은 16개로 구성

해설

Multiframe : 수 프레임마다 정보를 나누어 동일 채널의 신호를 송수신하는 반복되는 프레임 집합을 말한다.



36 PCM 반송시스템의 북미방식과 유럽 방식을 비교한 것이다. 빈칸(A~E)를 채우시오.

2020년 2회 기사

	북미방식(T1)	유럽방식(E1)
표본화 주파수	(①)	8[KHz]
전송속도	1.544[Mbps]	(②)
프레임당 비트수	(③)	(④)
프레임당 통화로 수	24	(⑤)

정답

- ① μ -Law ② 2.048[Mbps] ③ 193bit ④ 256bit ⑤ 30/32

37 다음 물음에 답하시오. 2018년 1회 산업기사

가. T1방식과 E1방식의 펄스전송속도는?

정답

1.544Mbps, 2.048Mbps

나. 음성 5[kHz] 주파수를 PCM할 때 초당 양자화 수?

정답

10000회

다. 비선형양자화 T1방식과 E1방식에서의 압신법칙은?

정답

μ 법칙, A법칙

38 PCM 과정에서 사용되는 적응형 양자화기에 대해 설명하고, 적응형 양자화기를 사용하는 대표적인 PCM방식 2가지를 쓰시오. 2016년 2회 기사

정답

- ① 적응형 양자화기란 입력신호 레벨에 따라 양자화 계단의 최대, 최솟값이 적응적으로 변화하는 방식
 ② ADM, ADPCM

39 DM(Delta Modulation)에 대하여 계단 크기(Step Size)를 기반으로 하여 신호에 적응 시켜 경사과부하왜곡을 경감시키는 변조방식을 무엇이라고 하는지 작성하시오. 2012년 1회 산업기사/2017년 1회 산업기사/2017년 4회 산업기사/2018년 1회 산업기사

정답

ADM(Adaptive Delta Modulation : 적응델타변조방식)