발송배전 기술사

교재페이지 및 강의시간수

권	내용	교재 페이지	강의시간수
제 1권	기본이론	128	17
제 2권	발전공학	337	26
제 3권	송전공학	294	23
제 4권	배전공학	267	22
제 5권	계통공학	135	9
	전기수학	105	14
합계		1267	111

전기기술사 사이버학원
www.cspeee.co.kr

발송배전 기술사

제1권 기본이론

제1권 기본이론 목차

≪001≫ 전기 기본요소
(1) 전류 ····· 1
(2) 전압과 전위 ····· 4
(3) 저항 ····· 5
≪002≫ 기자력 자계 및 자속
(1) 원자는 자석인가? ····· 6
(2) 기자력 ····· 7
(3) 자속 ····· 7
(4) 자속밀도 ····· 7
(5) 자계 ····· 8
(6) 투자율 ····· 8
≪003≫ 기전력 전계 및 전속
(1) 기전력 ····· 8
(2) 전속 ····· 9
(3) 전속밀도 ····· 9
(4) 전계 ····· 9
(5) 유전율 ····· 9
≪004≫ 전하에 의한 전계
(1) 점전하에 의한 전계, 전위 및 전위차 ····· 10
(2) 가우스의 정리 ····· 10
(3) 무한장 직선전하에 의한 전계 및 전위차 ····· 11
(4) 무한평면 전하에 의한 전계 ····· 11
(5) 평행판 사이의 전계 ····· 12
(6) 동심원통(동축케이블) 사이의 전계 ····· 12
(7) 전기쌍극자 ····· 13
(8) 전기이중층 ····· 13
≪005≫ 전류에 의한 자계
(1) 암페어의 주회적분의 법칙 ····· 14
(2) 무한장 직선 전류에 의한 자계 ····· 15
(3) 원형 코일에 흐르는 전류에 의한 자계 ····· 15
(4) 무한장 원통형 도체에 흐르는 전류에 의한 자계 ····· 16
(5) 무한장 솔레노이드의 자계 ····· 17
(6) 환상 솔레노이드의 자계 ····· 18

≪006≫ 비오-사발의 법칙
(1) 비오-사발의 법칙 증명 ····· 18
(2) 비오-사발의 법칙 계산예 ····· 19
≪007≫ 자계와 전류 사이에 작용하는 힘
(1) 작용하는 힘의 방향 ····· 20
(2) 플레밍의 왼손법칙 방향으로 힘이 작용하는 이유 ····· 20
(3) 작용하는 힘의 크기 ····· 21
(4) 힘의 단위가 [N]이 되는 이유 ····· 21
≪008≫ 교류회로에서 R L C 의 의미와 역할
(1) 전기계통과 기계계통의 대비 ····· 22
(2) 리액턴스 개요 ····· 22
(3) 전기공학에 필요한 단위 ····· 22
(4) 파라데이의 전자유도법칙 ····· 24
(5) 유도성 리액턴스 ····· 25
(6) 용량성 리액턴스 ····· 27
(7) 인덕턴스와 콘덴서에 저장되는 에너지 ····· 30
(8) RLC 회로의 전류특성 ····· 30
≪009≫ 정현파 교류가 발생하는 원리
(1) 힘과 자계와 전류의 관계 ····· 32
(2) 발전기에서 유기되는 전압 ····· 32
(3) 단상교류 ····· 34
(4) 3 상교류 ····· 35
(5) 3 상 전류 또는 전압의 합성 ····· 35
(6) 3 상 교류에 의한 회전자계 ····· 36
(7) 순시치, 실효치 및 평균치 ····· 39
≪010≫ 도체의 실효저항
(1) 교류에서의 실효저항 ····· 40
(2) 상온에서 직류도체의 저항 ····· 40
(3) 저항온도계수에 따른 도체저항의 변화 ····· 41
(4) 교류저항과 직류저항에 차이가 나는 이유 ····· 41
(5) 표피효과 계수와 근접효과 계수 ····· 42
≪011≫ 전력
(1) 직류전력 ····· 42
(2) 3 상 교류 전력 ····· 43

≪012≫ 3 상 순시전력과 평균전력
(1) 각상 순시전력 ····· 44
(4) 평균전력 ····· 45
≪013≫ 역율과 유효전력 및 무효전력
(1) 유효전력, 무효전력 및 피상전력 ····· 46
(2) 역율의 물리적 의미 ····· 46
≪014≫ 정전압원과 정전류원
(1) 정전압원과 정전류원의 의미 ····· 48
(2) 정전압원과 정전류원의 적용방법 ····· 48
≪015≫ 전기회로와 자기회로
(1) 전기회로와 자기회로의 대응관계 ····· 49
(2) 회로 법칙의 대응성 ····· 49
(3) 자기회로와 전기회로의 차이점 ····· 50
≪016≫ R L C 과도진동의 의미
(1) 수학적 해석 ····· 50
(2) 과도진동의 물리적 의미 ····· 52
≪017≫ 대칭좌표법
(1) 영상, 정상, 역상 전류로 분해 ····· 53
(2) 대칭좌표법에서 a 의 의미 ····· 53
(3) 불평형 전압의 대칭좌표법에 의한 표시 ····· 54
≪018≫ 각종 정리
(1) 테브난의 정리 ····· 55
(2) 노튼의 정리 ····· 55
(3) 밀만의 정리 ····· 55
(4) 중첩의 원리 ····· 57
≪019≫ 병렬 저항에 흐르는 전류 ····· 58
≪020≫ 평행판 콘덴서의 유전체손
(1) 유전체손의 정의 ····· 59
(2) 유전체손실 공식의 유도 ····· 59
≪021≫ 임피던스와 어드미턴스
(1) 임피던스와 어드미턴스의 관계 ····· 60
(2) 계산예 ····· 61
≪022≫ 전류의 방향과 전력조류의 방향 ····· 61

≪023≫ 전자파 ····· 62
≪024≫ 정전유도와 전자유도
(1) 정전유도 ····· 63
(2) 전자유도 ····· 63
≪025≫ 자기포화와 투자율의 관계 ····· 64
≪026≫ 반도체 이론
(1) 원자구조 ····· 65
(2) 반도체의 전류흐름 ····· 66
(3) 반도체의 종류 ····· 67
(4) 다이오드 ····· 67
(5) 트랜지스터 ····· 69
(6) 사이리스터 ····· 71
(7) IGBT 소자 ····· 72
(8) 포토카플러(Photo-Coupler)의 구조와 원리 ····· 73
≪027≫ 각종 효과
(1) Seebeck 효과 ····· 74
(2) Peltier 효과 ····· 74
(3) Thomson 효과 ····· 74
(4) Pinch 효과 ····· 75
(5) 홀효과 ····· 75
≪028≫ 미분 방정식의 간단한 해법
(1) 시정수(τ) ····· 76
(2) R-L 직렬회로 ····· 77
(3) R-C 직렬회로 ····· 78
(4) 과도전류 계산 ····· 79
≪029≫ 초전도
(1) 초전도체의 특징 ····· 79
(2) 초전도체의 임계값들 ····· 80
(3) 초전도체의 종류 ····· 80
(4) 초전도체의 응용 ····· 80
≪030≫ 등가 임피던스와 전류 계산 ····· 81
≪031≫ 전압과 전류가 동상이 되기 위한 저항값 계산 ····· 82
≪032≫ 리액턴스에 흐르는 전류가 전압과 동상이 되기 위한 저항의 크기 ····· 83

≪033≫ 최대전력 전달조건
(1) 저항만의 회로 ····· 84
(2) 전원이 교류인 경우 ····· 84
≪034≫ 병렬저항을 접속했을 때 부하역율 계산 ····· 86
≪035≫ 단위법과 %임피던스
(1) 단위법과 %법 개요 ····· 87
(2) 퍼센트 임피던스 계산식의 유도 ····· 87
(3) 전압의 표시 ····· 87
(4) 전력의 표시 ····· 88
(5) 전류의 표시 ····· 88
(6) 임피던스의 표시 ····· 89
≪036≫ 노드의 전위계산 ····· 90
≪037≫ 직렬공진시 공진주파수와 공진전류 계산 ····· 90
≪038≫ 병렬공진시 합성임피던스와 공진주파수 계산
(1) 합성 임피던스 ····· 91
(2) 공진 주파수 ····· 91
≪039≫ 동축케이블의 자계 ····· 92
≪040≫ 단심 케이블의 최대사용전압 ····· 93
≪041≫ 구내외의 전계
(1) 구외의 전계 ····· 95
(2) 구내의 전계 ····· 95
≪042≫ 동심원통에서 최대전계 ····· 96
≪043≫ 기본파와 3 고조파가 흐를 때 소비되는 전력 ····· 97
≪044≫ 교류전력의 벡터표시
(1) 전류의 공액복소수를 곱하는 경우 ····· 98
(2) 전압의 공액복소수를 곱하는 경우 ····· 98
≪045≫ 삼각파의 파형율과 파고율 ····· 99
≪046≫ 논리회로
(1) 서론 ····· 99
(2) 각종 논리회로 ····· 100
≪047≫ 유도성 리액턴스 계산예 ····· 101
≪048≫ 테브난의 정리를 이용한 저항, 전류 및 전력계산 ····· 102
≪049≫ 최대전력을 공급하기 위한 저항계산 ····· 103

≪050≫ 직렬회로의 저항과 리액턴스 계산 ····· 104
≪051≫ 주파수가 다른 전압과 전류에 의한 전력 ····· 104
≪052≫ 구형파의 파형율과 파고율 ····· 105
≪053≫ 동심원통 도체의 정전용량 ····· 105
≪054≫ 정자계(靜磁界)
(1) 자기에서 쿨롱의 법칙 ····· 107
(2) 자계····· 107
(3) 자기력선····· 107
(4) 자위(磁位)····· 108
(5) 자기쌍극자····· 108
(6) 자기이중층····· 109
≪055≫ 압전효과와 압전발전 ····· 110
≪058≫ 가역정리, 보상정리, 렌쯔의 법칙 ····· 115
≪059≫ 테브난의 정리애서 전원임피던스 및 개방단자전압 계산 ····· 118
≪060≫ 맥스웰의 전자파 방정식 ····· 119

발송배전 기술사

제2권 발전공학

제2권 발전공학 목차

≪001≫ 유체
(1) 유체의 정의 ····· 1
(2) 유체의 종류 ····· 2
≪002≫ 일과 동력의 단위
(1) 절대단위 ····· 2
(2) 일과 동력의 단위 ····· 2
≪003≫ 압력의 단위 ····· 3
≪004≫ 정수압력 ····· 3
≪005≫ 유체역학에서 사용되는 정리
(1) 베르누이의 정리 ····· 4
(2) 연속의 정리 ····· 6
(3) 토리첼리의 정리 ····· 6
(4) 파스칼의 원리 ····· 6
≪006≫ 관의 마찰손실
(1) 마찰손실이 발생하는 이유 ····· 7
(2) 마찰손실 계산공식 ····· 7
≪007≫ 수격 작용 및 공동현상
(1) 수격 작용(Water Hammering) ····· 8
(2) 공동현상(Cavitation) ····· 9
≪008≫ 이론수력 ····· 10
≪009≫ 수력발전소의 종류
(1) 취수방법에 따른 분류 ····· 11
(2) 운용방식에 따른 분류 ····· 12
≪010≫ 유량과 낙차
(1) 유량 ····· 13
(2) 유량도 유황곡선 및 적산 유량곡선 ····· 13
(3) 출력과 낙차와의 관계 ····· 14
≪011≫ 댐 수로 수조 수압관로
(1) 발전용 댐 ····· 14
(2) 수로 ····· 16
(3) 수조 ····· 17
(4) 수압관로 ····· 18
(5) 낙차 ····· 18

≪012≫ 수차의 종류
(1) 수차 개요 ····· 19
(2) 수차의 종류 ····· 19
≪013≫ 수차의 특성
(1) 비속도 ····· 21
(2) 비속도 측면에서 본 각 수차의 특징 ····· 24
(3) 수차의 회전속도 결정방법 ····· 24
(4) 회전수가 규정회전수보다 저하된 경우의 영향 ····· 25
≪014≫ 흡출관
(1) 흡출관의 종류 및 사용개소 ····· 26
(2) 토마계수와 흡출고의 관계 ····· 26
≪015≫ 조속기
(1) 구성장치 및 기능 ····· 27
(2) 조속기 개략도 ····· 28
(3) 속도조정률 속도변동률 ····· 28
≪016≫ 양수발전
(1) 양수 발전의 경제적 의의 ····· 30
(2) 양수 발전이 부하율에 미치는 영향 ····· 30
(3) 양수발전소 건설목적 ····· 31
(4) 양수발전소의 효율 ····· 31
(5) 우리나라의 양수발전소 현황 ····· 31
(6) 양수발전에서 펌프와 수차 ····· 31
(7) 해수 양수발전 ····· 32
≪017≫ 각종 수차의 원리와 출력 및 효율
(1) 펠톤수차 ····· 33
(2) 프란시스 수차 ····· 36
(3) 프로펠러 수차와 카플란 수차 및 원통형 수차 ····· 39
(4) 사류수차 ····· 40
≪018≫ 수차발전기의 최대출력 및 연간 발전전력량 계산 ····· 40
≪019≫ 발전기의 무부하시 및 부하시 3 상 단락시 임피던스 변화
(1) 무부하 운전 중 단락 ····· 41
(2) 부하 운전 중 단락 ····· 42
≪020≫ 철극(돌극) 발전기에서 리액션 토크가 생기는 이유 ····· 42
≪021≫ 발전기의 내부 유기기전력 및 회전자각 ····· 44
≪022≫ 발전소 출력 및 이용율 계산 ····· 45

≪023≫ 회전체의 운동방정식
(1) 직선운동에서의 운동방정식 ····· 46
(2) 회전운동에서의 운동방정식 ····· 47
(3) 단위관성정수 ····· 49
≪024≫ 속도상승율 계산 ····· 50
≪025≫ 연간 발전량 및 발전소 이용율 계산 ····· 51
≪026≫ 발전소 출력 및 양수용 전력계산 ····· 52
≪027≫ 주파수 변동에 따른 수차발전기의 출력변동 ····· 53
≪028≫ 열역학 기본법칙
(1) 열역학 제 1 법칙 ····· 54
(2) 열역학 제 2 법칙 ····· 54
≪029≫ 엔탈피와 엔트로피
(1) 엔탈피(Enthalpy) ····· 55
(2) 엔트로피(Entropy) ····· 55
≪030≫ 기체의 상태변화
(1) 이상기체의 상태방정식 ····· 56
(2) 등온변화 ····· 56
(3) 단열변화 ····· 56
≪031≫ 물의 상태변화
(1) 헌열과 잠열 ····· 57
(2) 포화증기와 과열증기 ····· 57
(3) 각종 선도 ····· 58
≪032≫ 기력발전소의 열사이클 및 효율
(1) 카르노 사이클 ····· 60
(2) 랭킨 사이클 ····· 62
(3) 재열 사이클 ····· 63
(4) 재생 사이클 ····· 64
(5) 재생 재열사이클 ····· 65
(6) 2 유체 사이클 ····· 65
(7) 발전소 효율 ····· 66
≪033≫ 화력발전소의 분류
(1) 원동기에 따른 분류 ····· 67
(2) 연료에 따른 분류 ····· 67
(3) 계통운용상 분류 ····· 68
(4) 수력발전과 화력발전 비교 ····· 68

≪034≫ 보일러의 종류 및 특성
(1) 보일러 종류 개요 ····· 69
(2) 급수의 순환방식에 따른 분류 ····· 69
(3) 유동층 연소 보일러 ····· 71
(4) 보일러 특성 ····· 72
≪035≫ 연소장치
(1) 미분탄 연소장치 ····· 75
(2) 중유 연소장치 ····· 76
(3) 가스 연소장치 ····· 76
≪036≫ 연소 보조장치
(1) 과열기, 절탄기 및 공기예열기 ····· 76
(2) 통풍장치 ····· 77
(3) 집진장치 ····· 77
≪037≫ 급수처리
(1) 서론 ····· 79
(2) 불순물에 의한 장해 ····· 80
(3) 급수처리 방법 ····· 81
(4) 급수설비 ····· 82
≪038≫ 증기터빈
(1) 증기터빈의 구조 ····· 83
(2) 증기터빈의 종류 ····· 83
≪039≫ 열병합 발전
(1) 열병합 발전 시스템 도입의 타당성 ····· 85
(2) 열병합 발전 시스템의 구성 ····· 85
(3) 열병합 발전의 에너지 절약성 평가에 관한 용어 ····· 86
≪040≫ 복수설비
(1) 복수기 ····· 86
(2) 일과성 냉각과 재순환 냉각 ····· 87
(3) 탈기기 ····· 87
≪041≫ 가스터빈
(1) 가스터빈의 장단점 ····· 88
(2) 가스터빈의 동작원리 ····· 89
(3) 가스터빈의 *p-v T-s* 선도 ····· 89
(4) 가스터빈의 종류 ····· 90

≪042≫ 가스터빈 엔진의 기동방식
(1) 압축공기식 기동방식 ····· 90
(2) 전기식 기동방식 ····· 91
(3) 기동방식의 비교 ····· 92
≪043≫ 복합사이클 발전
(1) 개요 ····· 92
(2) 복합사이클 계통의 구성 ····· 92
(3) 복합 사이클의 유용성 ····· 93
(4) 연료전지 ····· 93
(5) 연료전지 복합 사이클 ····· 95
≪044≫ 기력발전소의 열사이클에 영향을 미치는 4 인자
(1) 기력발전소의 열사이클 ····· 95
(2) 기력발전소의 열효율 ····· 96
(3) 기력발전소의 열효율에 영향을 미치는 인자 ····· 96
≪045≫ 복합사이클 발전과 그 유용성
(1) 서론 ····· 97
(2) 복합사이클 계통의 구성 ····· 97
(3) 복합 사이클의 유용성 ····· 97
≪046≫ 화석연료의 환경파괴문제
(1) 화석연료의 환경파괴문제 ····· 98
(2) 환경파괴 문제에 대한 대책 ····· 99
(3) 기후변화 협약 ····· 100
≪047≫ 지구 온난화 및 오존층 파괴의 영향
(1) 오존파괴지수 및 온난화 지수 ····· 100
(2) 지구온난화 ····· 101
(3) 오존층 파괴 ····· 102
≪048≫ 열병합발전을 배전계통에 연계할 때의 문제점
(1) 서론 ····· 104
(2) 배전계통에서의 문제점 ····· 104
(3) 열병합 발전소에서의 문제점 ····· 105
≪049≫ 화력발전의 장래전망
(1) 화력발전의 운전특성 ····· 106
(2) 화력발전의 장래전망 ····· 106
≪050≫ 열병합 발전에 사용되는 원동기 ····· 108

≪051≫ 카르노 사이클과 랭킨 사이클의 비교 및 열효율 향상방안
(1) 카르노 사이클과 랭킨 사이클의 비교 ····· 110
(2) 랭킨 사이클의 열효율 향상방안 ····· 111
≪052≫ 석탄가스화 복합화력 발전과 유동상 연소 방식
(1) 석탄가스화 복합화력 발전 ····· 112
(2) 유동층 연소 (Fluidised Bed Combustion) ····· 113
≪053≫ 마이크로 가스터빈 ····· 114
≪054≫ 발전기의 단락비와 자기여자현상
(1) 단락비 ····· 115
(2) 단락비와 자기여자현상 ····· 116
(3) 전기자 반작용 ····· 117
(4) 단락비의 대소에 따른 기기의 특성 ····· 118
≪055≫ 발전기의 단락비가 작은 경우 발전기 성능에 미치는 영향 ····· 119
≪056≫ 화력발전소의 환경대책 ····· 120
≪057≫ 터빈효율 계산 ····· 121
≪058≫ 화력발전소 건설의 경제성 분석 ····· 122
≪059≫ 급수펌프용 전동기 용량계산 ····· 125
≪060≫ 심층 냉각수 ····· 126
≪061≫ 연소의 4 요소와 연소에 필요한 공기량 계산 ····· 127
≪062≫ 관류형 보일러 구성요소 및 각 요소의 기능설명 ····· 130
≪063≫ 유연탄을 부두에서 보일러에 보내기까지의 중요기기 ····· 132
≪064≫ 증기터빈 긴급정지시의 보안조치 ····· 132
≪065≫ 기력발전소의 열효율 및 열효율 향상방안 ····· 133
≪066≫ 이상발생시 터빈을 정지시키는 장치와 고장시 동작시켜야 하는 장치
(1) 정지시 작동하는 주요 보안장치 ····· 135
(2) 고장시 동작시켜야 할 장치 ····· 136
≪067≫ 계통주파수가 저하할 때 발전기 터빈운전상의 문제점과 운전방법
(1) 운전상의 문제점 ····· 137
(2) 운전방법 ····· 138
≪068≫ 과열증기를 사용하는 이유 ····· 138
≪069≫ IGCC(Integrated Gasification Combined Cycle)의 필요성과 장단점 ····· 139
≪070≫ 수소냉각방식을 채택하는 이유 및 안전대책 ····· 140
≪071≫ 화력발전소 타당성 조사의 업무내용 ····· 141
≪072≫ 수화력 협조운전에서 수력 및 화력발전소 출력 ····· 143

≪073≫ 원자력 개요
(1) 물리학적인 힘 ····· 144
(2) 원자 에너지 ····· 145
(3) 원자력 발전의 특징 ····· 145
(4) 원자력 발전의 이점 ····· 145
(5) 우리나라의 원자력 발전소현황 ····· 146
≪074≫ 원자구조
(1) Niels Bohr 의 원자모형 ····· 147
(2) 원자핵의 붕괴 ····· 147
≪075≫ 원자력 에너지
(1) 핵분열과 연쇄반응 ····· 150
(2) 원자로의 동작원리 ····· 154
(3) 열중성자로의 구성 ····· 157
≪076≫ 발전용 원자로
(1) 원자로의 분류 ····· 159
(2) 발전용 원자로의 종류 ····· 160
≪077≫ 핵연료 주기
(1) 우라늄의 채광과 정광 ····· 165
(2) 우라늄의 변환 ····· 166
(3) 우라늄의 농축 ····· 166
(4) 핵연료의 성형가공 ····· 167
(5) 핵연료 재장전 ····· 168
(6) 핵연료 재처리 ····· 169
(7) 핵연료 주기 ····· 169
(8) 방사성 폐기물 처리 ····· 169
≪078≫ 원자력 발전의 안전성
(1) 안전성 개요 ····· 170
(2) 원자로 보호장치 ····· 171
≪079≫ 원자력 발전의 문제점
(1) 조속기 자유운전 및 자동 주파수 제어운전의 문제점 ····· 174
(2) 원자력 발전소 기동정지시의 문제점 ····· 174
(3) 계통 최적운전의 문제점 ····· 174
(4) 소내 단독운전 ····· 175
(5) 우리나라 원자력 발전의 문제점 ····· 175

≪080≫ 감속재와 냉각재의 특성비교
(1) 감속재와 냉각재 ····· 175
(2) 감속재와 냉각재의 차이 ····· 175
≪081≫ PWR 의 구성 및 PWR 에서 사용되는 터빈과 화력발전용 터빈의 차이점
(1) 가압수형 원자로의 구성 및 특징 ····· 176
(2) 화력발전용 터빈과의 차이점 ····· 176
≪082≫ 원자로의 구성요소 및 감속재 구비요건
(1) 원자로의 구성요소 ····· 177
(2) 감속재의 구비조건 ····· 178
≪083≫ 원자력 발전에서 플루토늄 생성과정 ····· 178
≪084≫ 원자력 발전의 안전대책
(1) 원자로 안전 설계의 기본 방침 ····· 179
(2) 다중 보호 벽에 의한 원자로의 방사능 차폐 ····· 179
(3) 원자로 안전성의 3 가지 레벨 ····· 180
(4) 비상 장치 ····· 180
(5) 방사능 폐기물 관리 ····· 180
(6) 결론 ····· 181
≪085≫ 원자력 발전의 이점과 전환비
(1) 원자력 발전의 이점 ····· 181
(2) 전환비 ····· 182
≪086≫ 핵연료주기와 플루토늄 생산
(1) 핵연료 사이클 ····· 182
(2) 원자력 발전과 플루토늄 생산 ····· 184
(3) 증식로 ····· 184
≪087≫ 국제 원자력기구 및 핵사찰
(1) 국제원자력기구(IAEA: International Atomic Energy Agency) ····· 185
(2) 핵사찰 ····· 185
≪088≫ MHD 발전
(1) MHD 발전의 원리 ····· 186
(2) MHD 발전의 문제점 ····· 187
≪089≫ 태양 발전
(1) 서론 ····· 187
(2) 태양열 발전 ····· 188
(2) 태양광 발전 ····· 189

≪090≫ 태양광 발전시스템 설계시 필요한 기초자료 및 기술적 고려사항
(1) 필요한 기초자료 및 설계순서 ····· 191
(2) 설계시 기술적 고려사항 ····· 191
≪091≫ 풍력발전
(1) 서론 ····· 194
(2) 풍력발전기의 종류 ····· 195
≪092≫ 유압식 풍력발전 시스템
(1) 유압식 풍력발전기 개발개요 ····· 198
(2) 유압식 풍력발전기의 작동원리 ····· 199
(3) 유압식 풍력발전기의 장점 ····· 199
≪093≫ 풍력발전과 양수발전의 출력계산 ····· 200
≪094≫ 풍력발전의 계통 연계시 계통에 미치는 영향
(1) 연계시 계통에 미치는 영향 ····· 201
(2) 계통연계시 고려사항 ····· 201
≪095≫ 해상 풍력의 필요성과 문제점
(1) 해상풍력의 필요성 ····· 202
(2) 해상풍력의 문제점 ····· 202
(3) 해상 풍력에 사용되는 직류해저케이블 ····· 202
≪096≫ 풍력발전기의 구조 및 Geared Type 및 Gearless Type 의 장단점 비교
(1) 서론 ····· 203
(2) 기어드 형(Geared type)과 기어레스 형(Gearless Type)의 의미 ····· 204
(3) Geared Type 과 Gearless Type 의 장단점 ····· 204
≪097≫ 해양 에너지 발전
(1) 조류발전 ····· 205
(2) 조력발전 ····· 206
(3) 파력발전 ····· 206
(4) 해양 온도차 발전 ····· 208
≪098≫ 지열발전
(1) 서론 ····· 208
(2) 지열발전의 종류 ····· 208
(3) 지열발전의 장단점 ····· 209
≪099≫ 에너지 저장장치
(1) 에너지 저장의 필요성 ····· 209
(2) 에너지 저장 장치의 종류 및 저장 원리 ····· 210

≪100≫ 저장원리에 따른 에너지 저장방식의 분류 ····· 211
≪101≫ 초전도 자기에너지(Magnetic Energy) 저장장치
(1) 서론 ····· 212
(2) 초전도 에너지 저장원리 ····· 213
(3) 초전도 에너지 저장장치의 구성 ····· 213
(4) 초전도 에너지 저장장치의 장점 ····· 214
(5) 초전도 에너지 저장장치의 개발과제 ····· 214
≪102≫ 에너지 저장용 초고용량 커패시터 ····· 214
≪103≫ 발전기의 지속단락전류 ····· 216
≪104≫ 발전기의 전기자 권선 보호를 위한 계전 방식
(1) 발전기 고장의 종류 ····· 217
(2) 전기자권선의 단락보호 ····· 217
(3) 전기자권선의 지락보호 ····· 217
≪105≫ 동기기의 분포권 단절권 ····· 220
≪106≫ 발전기의 출력가능 곡선
(1) 발전기의 출력을 제한하는 요소 ····· 223
(2) 출력가능곡선 ····· 223
≪107≫ 동기발전기의 정상상태 운전범위 ····· 227
≪108≫ 발전기 종류에 따른 부하분담 ····· 228
≪109≫ 회전계자형 발전기를 쓰는 이유 및 전기자결선을 Y 로 하는 이유
(1) 회전계자형을 쓰는 이유 ····· 229
(2) 동기발전기의 전기자 결선을 Y 결선으로 하는 이유 ····· 229
≪110≫ 발전기 중성점 접지방식 ····· 230
≪111≫ 유도발전기와 동기발전기의 장단점
(1) 구조 및 특성 ····· 231
(2) 장단점 ····· 231
≪112≫ 대체 에너지의 종류 ····· 322
≪113≫ 신재생에너지 발전방식의 특징 ····· 234
≪114≫ 발전기의 출력-주파수관계 및 속도조정율
(1) 발전기 출력과 주파수의 관계 ····· 237
(2) 속도 조정율 ····· 238
(3) 조속기 프리운전 ····· 238
≪115≫ 발전기에 적용되는 보호계전기
(1) 발전기의 내부고장에 대한 보호 계전 방식 ····· 238
(2) 기타 보호장치 ····· 240

≪116≫ 전기사업법에 의한 발전설비 신뢰도 유지기준 ····· 241
≪117≫ 병렬운전 하는 동기발전기의 부하에 따른 역율변화 ····· 242
≪118≫ 접지저항의 의미와 대지 퍼래미터
(1) 접지저항 계산식 및 대지전위 상승 ····· 243
(2) 대지 퍼래미터 ····· 245
≪119≫ 접지극의 집합효과
(1) 집합효과의 의미 ····· 247
(2) 집합효과에 의해서 병렬 접지저항이 커지는 이유 ····· 247
≪120≫ 발변전소 접지설계시 고려사항 ····· 249
≪121≫ 대지 저항율에 영향을 주는 요소 ····· 250
≪122≫ 동기발전기의 병렬운전 조건 및 부하분담계산 ····· 252
≪123≫ 신재생 에너지의 종류 ····· 253
≪124≫ 전력계통 안정화 장치 ····· 255
≪125≫ 발전기에 있어서 계통의 안정도 향상대책 ····· 247
≪126≫ 발전기 여자전류를 변화시킬 때 전기자전류의 변화
(1) 여자전류의 변화에 따른 전기자전류의 변화 ····· 261
(2) 여자전류와 전기자전류의 관계 ····· 261
≪127≫ 발전기 고장의 종류, 사고처치 및 보호계전기
(1) 고장의 종류 ····· 262
(2) 사고처치 ····· 262
(3) 보호방식 ····· 263
≪128≫ 발전기의 계통병입 필요조건 및 방법
(1) 계통병입을 위한 필요조건 ····· 264
(2) 동기검정기를 이용한 계통병입방법 ····· 265
≪129≫ 긴급정지로 공급이 되지 못하는 전력 ····· 266
≪130≫ 발전기 냉각방식
(1) 발전기 용량에 따른 냉각방식과 구조 ····· 266
(2) 대용량 발전기 냉각방식 ····· 267
(3) 냉각매체의 종류에 따른 장단점 ····· 268
≪131≫ 심사곡선법 ····· 269
≪132≫ 조력발전의 원리와 종류 ····· 270

≪133≫ 분산형 전원의 문제점 및 계통 연계기준
(1) 분산형 전원의 계통 연계기준 ····· 271
(2) 분산형 전원의 계통 연계시 문제점 및 대책 ····· 272
≪134≫ 분산형 전원의 단독운전 방지기능 ····· 273
≪135≫ 발전소 건설의 타당성 검토 ····· 275
≪136≫ 동기발전기의 일정 유효전력운전 및 일정 무효전력운전
(1) 여자전류의 변화에 따른 전기자전류의 변화 ····· 277
(2) 안정조건과 동기화력 ····· 278
(3) 발전기의 벡터도와 출력 ····· 279
(4) 일정 유효전력 운전 ····· 280
(5) 일정 무효전력 운전 ····· 280
≪137≫ 발전기 진상운전의 목적과 문제점
(1) 진상운전(저여자운전)의 목적 ····· 281
(2) 진상운전의 문제점 ····· 281
≪138≫ 발전기 및 주변압기의 보호계전기 단선도 ····· 282
≪139≫ 발전소 보호용 보호계전기 명칭과 역할 ····· 283
≪140≫ 분산형 전원에 연계되어 있는 경우의 보호계통 ····· 285
≪141≫ 발전원별 경제성 비교
(1) 발전원가의 개념 ····· 286
(2) 발전원가의 구성요소 ····· 287
(3) 발전원별 발전원가 비교 ····· 287
≪142≫ 동기검출계전기 및 동기투입계전기 ····· 288
≪143≫ 발전기 제동권선의 구조와 역할
(1) 제동권선의 구조 ····· 288
(2) 제동권선의 역할 ····· 289
(3) 제동권선이 난조를 방지하는 이유 ····· 289
≪144≫ 분산발전계통의 장점과 문제점 ····· 289
≪145≫ 발전기 정격역율이 발전기 구조, 운전 및 계통에 미치는 영향
(1) 구조에 미치는 영향 ····· 291
(2) 운전에 미치는 영향 ····· 291
(3) 계통에 미치는 영향 ····· 292
≪146≫ RPS (Renewable Portfolio Standard) ····· 292
≪147≫ 계통 주파수가 변화할 때 터빈발전기 출력변화 계산 ····· 292

≪148≫ 불평형 부하가 터빈 발전기에 미치는 영향과 대책 ····· 294
≪149≫ 전원개발계획 ····· 294
≪150≫ 자동전압 조정기 ····· 296
≪151≫ 송전단전력, 소내율, 증발율, 감발율 ····· 297
≪152≫ 화력발전사업 허가신청서 작성시 준비사항 ····· 298
≪153≫ 대용량 교류발전기 여자기의 종류 및 특징
(1) 서론 ····· 299
(2) 여자기의 종류 ····· 299
(3) 사이리스터 직접여자방식 (Static Excitation System) ····· 300
(4) 회전정류기 방식 (Rotating Rectifier System) ····· 301
≪154≫ 부하추종 측면에서 수력, 화력, 원자력발전의 특성
(1) 일부하곡선에 따른 부하의 구분 ····· 301
(2) 발전원별 부하추종 특성 ····· 302
(3) 대책 ····· 302
≪155≫ KEPIC (Korea Electric Power Industry Code) ····· 303
≪156≫ 용어설명
(1) Hybrid 분산형 전원 ····· 303
(2) Customer Power 배전방식 ····· 304
(3) 석탄 가스화 연료전지 복합발전 ····· 304
(4) 동기발전기의 Pole Slip ····· 305
≪157≫ 태양광 발전에서 Bypass Diode 와 Blocking Diode 의 역할
(1) Bypass Diode ····· 305
(2) Blocking Diode 의 역할 ····· 306
≪158≫ 원통형 동기발전기의 벡터도와 출력 ····· 306
≪159≫ 발전단 열효율 및 연료소비율 ····· 308
≪160≫ 화력발전소의 스위치야드 송수전계통도 ····· 309
≪161≫가상발전소(VPP: Virtual Power Plant) ····· 312
≪162≫ 흡출관이 수차 출력을 증가시키는 원리 ····· 314
≪163≫ SMR (Small Modular Reactor) ····· 315
≪164≫ 발전소의 승압용 주변압기 ····· 316
≪165≫ 베르누이의 정리에 의한 토마계수 공식유도 ····· 318
≪166≫ BIPV(건물일체형 태양광설비) ····· 319

발송배전 기술사

제3권 송전공학

제3권 송전공학 목차

≪001≫ 단위법과 %임피던스
(1) 단위법과 %법 개요 ····· 1
(2) 퍼센트 임피던스 계산식의 유도 ····· 1
(3) 전압의 표시 ····· 1
(4) 전력의 표시 ····· 2
(5) 전류의 표시 ····· 3
(6) 임피던스의 표시 ····· 3
≪002≫ 경제적 송전전압 및 표준전압과 공칭전압
(1) 개요 ····· 4
(2) 송전전압을 높일 때 ····· 4
(3) 경제적인 송전전압 선정 ····· 4
(4) 표준전압과 공칭전압 ····· 4
≪003≫ 가공 전선로
(1) 가공 전선의 종류 ····· 5
(2) 전선의 허용전류 ····· 6
(3) 전선의 이도 ····· 8
(4) 전선의 진동과 도약 ····· 9
(5) 애자 ····· 9
≪004≫ 애자의 분담전압 계산 ····· 12
≪005≫ 지중 전선로
(1) 전력케이블 ····· 13
(2) 지중 전력케이블 시공방식 ····· 15
(3) 지중케이블의 방식(防蝕) ····· 17
≪006≫HVDC
(1) HVDC 의 장단점 ····· 20
(2) 직류연계 방식 ····· 22
(3) HVDC 에서 직류설비 보호방식 ····· 23
(4) 직류송전계통에서 송수전단 변환소의 제어방식 ····· 25
(5) HVDC시스템의 구성설비 ····· 25
(6) HVDC 역할 ····· 26

≪007≫ 선로정수
(1) 선로정수 개요 ····· 28
(2) 저항 ····· 28
(3) 인덕턴스 ····· 29
(4) 정전용량 ····· 35
(5) 누설 콘덕턴스 ····· 37
(6) 복도체 송전선로의 선로정수 ····· 37
≪008≫ 진행파와 선로의 특성임피던스
(1) 진행파의 진행원리 ····· 40
(2) 가공선과 케이블의 특성임피던스와 진행속도 ····· 41
≪009≫ 코로나
(1) 코로나 방전 개요 ····· 42
(2) 코로나 임계전압 ····· 43
(3) 코로나 손실 ····· 44
(4) 코로나의 영향 ····· 44
(5) 코로나 방지대책 ····· 45
≪010≫ 송전선로의 임피던스 해석
(1) 단거리 송전선로 ····· 46
(2) 중거리 송전선로 ····· 47
(3) 장거리 송전선로 ····· 48
≪011≫ 전력원선도
(1) 교류전력의 표시 ····· 51
(2) 전력원선도 관계식 ····· 52
(3) 전력원선도 작도법 ····· 53
(4) 전력원선도에서 유효전력 무효전력 및 손실전력 보는 방법 ····· 54
(5) 눈금이 있는 전력원선도 ····· 54
(6) 원선도에서 파악할 수 있는 사항 ····· 55
≪012≫ 전력원선도의 중심좌표와 반경계산 ····· 55
≪013≫ 선로의 충전전류에 의한 장해 ····· 57
≪014≫ 송전용량
(1) 적정 송전용량 결정시 고려사항 ····· 58
(2) 송전용량 개략 계산법 ····· 60
(3) 가공선로의 송전용량 증대방법 ····· 61
(4) 지중선로의 송전용량 증대방법 ····· 62

≪015≫ 중성점 접지방식
(1) 중성점을 접지하는 목적 ····· 63
(2) 중성점 접지방식의 종류 ····· 63
(3) 각 접지 방식별 특성 ····· 64
(4) 접지방식별 비교 ····· 67
(5) 초고압 계통에서 직접접지방식을 주로 채택하는 이유 ····· 68
(6) 중성점 잔류전압 ····· 69
(7) 유효접지 ····· 70
≪016≫ 유도장해
(1) 정전유도 ····· 72
(2) 전자유도 ····· 73
(3) 전력선 측에서의 유도장해 경감대책 ····· 74
(4) 통신선 측에서의 유도장해 경감대책 ····· 75
(5) 차폐계수 ····· 76
≪017≫ 고장계산
(1) 발전기의 기본식 ····· 77
(2) 무부하 발전기의 고장계산 ····· 77
(3) 송전선의 고장계산과 대칭분회로 ····· 82
≪018≫ 안정도
(1) 안정도 개요 ····· 85
(2) 정태 안정도 ····· 86
(3) 과도 안정도 ····· 87
(4) 안정도 계산 ····· 89
(5) 안정도 향상대책 ····· 91
≪019≫ 위상각안정도, 전압안정도, 주파수 안정도
(1) 위상각 안정도(Rotor angle stability) ····· 91
(2) 전압 안정도(Voltage stability) ····· 92
(3) 주파수 안정도(Frequency stability) ····· 94
≪020≫ 이상전압
(1) 반사파와 투과파 ····· 95
(2) 내부 이상전압 ····· 96
(3) 뇌격방전과정, 뇌격거리 및 회전구체법 ····· 101
(4) 외부 이상전압 ····· 103

≪021≫ 피뢰기
(1) 피뢰기의 구비조건 ····· 105
(2) 피뢰기 관련 용어 ····· 105
(3) 피뢰기의 설치위치 ····· 107
(4) 피뢰기 접지선의 굵기 ····· 107
(5) 피뢰기 정격전압 선정 ····· 107
(6) 피뢰기 제한전압이 결정되는 원리 ····· 107
(7) 피뢰기를 변압기에 가까이 설치해야 하는 이유 ····· 109
(8) 절연협조 ····· 110
≪022≫ 보호계전기의 종류
(1) 동작 시간에 따른 분류 ····· 111
(2) 동작 기구에 따른 분류 ····· 111
(3) 용도별 분류 ····· 112
≪023≫ 송전선로 보호계전방식
(1) 송전선로 보호계전방식 개요 ····· 113
(2) 방사상 선로의 단락보호 ····· 114
(3) 환상 선로의 단락보호 ····· 114
(4) 병행 2 회선의 단락보호 ····· 115
(5) 방향거리 계전방식 ····· 115
(6) 회선선택 계전방식 ····· 116
(7) 표시선 계전방식(Pilot Wire Protection) ····· 116
(8) 거리계전 방식 ····· 118
≪024≫ 모선보호 계전방식
(1) 전류 차동 방식 ····· 124
(2) 전압 차동 방식 ····· 124
(3) 공심 변류기 (Linear Coupler) 방식 ····· 124
(4) 위상 비교 방식 ····· 124
≪025≫ 비율차동 계전기
(1) 결선도 ····· 125
(2) 고압측 및 저압측의 CT 2 차측 전류의 위상 ····· 125

≪026≫ 변압기 보호 계전방식
(1) 차동 전류 계전 방식 ····· 126
(2) 비율 차동 계전 방식 ····· 126
(3) 과전류 보호 방식 ····· 127
(4) 기계적 보호 방식 ····· 128
≪027≫ 정동작과 오동작 ····· 128
≪028≫ 용량형 전압변성기가 부하임피던스에 무관한 이유
(1) 용량형 전압변성기의 회로 및 등가회로 ····· 129
(2) 변압비가 부하 임피던스에 무관한 이유 ····· 129
(3) 용량형 전압변성기의 특징 ····· 131
≪029≫ 3상 단락사고시 안정도 해석 ····· 131
≪030≫ 고장 차단시간과 과도 안정도의 관계 ····· 133
≪031≫ 직류송전에서 고조파의 영향과 대책
(1) 서론 ····· 135
(2) 고조파의 영향 ····· 135
(3) 고조파의 대책 ····· 135
≪032≫ 765kV 의 손실율, 철탑면적, 송전능력 및 문제점
(1) 전압별 손실율 ····· 136
(2) 철탑 면적비 및 송전능력 ····· 136
(3) 765 계통의 기술적 문제점 ····· 137
≪033≫ 켈빈의 법칙 및 경제적인 전류밀도 ····· 138
≪034≫ 염해로 인한 정전, 염해대책 및 시공방법
(1) 염해정전 발생과정 ····· 139
(2) 내오손 설계 ····· 139
(3) 경과지 선정 ····· 140
≪035≫ 해저케이블에 위해를 줄 수 있는 요인 및 방지대책
(1) 서론 ····· 140
(2) 해저케이블에 위해를 줄 수 있는 요인 ····· 140
(3) 방지대책 ····· 141
≪036≫ 2 회선 송전선로의 애자 개수를 결정할 때 고려해야 할 사항 ····· 142
≪037≫ 내열 인바심 알루미늄 합금연선(STACIR)의 특징 ····· 143
≪038≫ 애자의 구비조건과 애자의 종류
(1) 애자의 구비조건 ····· 143
(2) 송전선로용 애자의 종류 ····· 144

≪039≫ 활선 애자 청소장치(Hot Line Washing System) ····· 144
≪040≫ 가공 및 지중 송전선로에서의 Off-set
(1) 송전철탑의 Off-Set ····· 145
(2) 지중선로의 Off-Set ····· 145
≪041≫ 바람으로 발생하는 진동현상의 종류와 방지대책 ····· 146
≪042≫ 765kV 송전선로 건설의 장점 ····· 148
≪043≫ 직류용 애자 선정시 유의해야 할 특성 ····· 149

≪044≫ 철탑 기초의 종류와 장단점
(1) 철탑기초의 종류 ····· 149
(2) 철탑기초의 장단점 ····· 150
≪045≫ 철탑 설계과정 및 철탑의 강도상 분류
(1) 4 각 철탑의 개략 형상, 각부의 명칭 및 용어 ····· 151
(2) 철탑의 설계과정 ····· 151
(3) 철탑의 종류 ····· 152
(4) 철탑설계시 검토사항 ····· 152
≪046≫ 케이블 단절연
(1) 케이블 단절연의 필요성 ····· 154
(2) 케이블 단절연 ····· 155
≪047≫ 가공송전선과 지중케이블의 인덕턴스와 정전용량 비교 ····· 155
≪048≫ 지중 케이블의 각종 손실과 경감 대책
(1) 저항손 ····· 156
(2) 유전체손 ····· 156
(3) 연피손(금속시스손) ····· 157
≪049≫ 케이블의 절연통 보호장치 및 쉬스 접지방식
(1) 절연통 보호장치의 구조 및 성능 ····· 157
(2) SVL 결선방식 ····· 158
(3) 케이블 쉬스 접지방식 ····· 158
≪050≫ 지중송전선로 건설 경과지 선정 시 고려사항 ····· 160
≪051≫ 지중송전선로 공사 시 Snake 부설의 목적과 방법 ····· 160
≪052≫ 지중 케이블의 냉각방식 ····· 161
≪053≫ Sub-Synchronous Resonance 현상이 발전계통에 미치는 영향
(1) 차동기 공진(SSR) ····· 163
(2) SSR 이 발전계통에 미치는 영향 ····· 164
(3) 방지대책 ····· 164

≪054≫ 초고압 송전선로에 적용하는 조가식 점퍼장치 ····· 164
≪055≫ 초고압 가공송전선에 다도체를 사용하는 이유
(1) 다도체를 사용하는 이유 ····· 165
(2) 다도체의 단점 ····· 166
≪056≫ 수전단 전압, 송전단 전류, 조상기 용량계산 ····· 166
≪057≫ 복도체가 등가 단면적 단도체에 비해 갖는 장단점 ····· 167
≪058≫ 충전전류 계산 ····· 168
≪059≫ 파동임피던스가 400Ω 인 가공송전선의 정전용량과 인덕턴스 계산 ····· 169
≪060≫ 초고압 가공 송전선로의 송전손실 및 손실경감대책
(1) 손실발생 구분 ····· 170
(2) 손실의 종류 ····· 170
(3) 전력손실 경감대책 ····· 171
≪061≫ 장거리 송전선로의 특성임피던스 계산 ····· 172
≪062≫ 서지임피던스와 그 저감대책 ····· 173
≪063≫ 중성점의 전위계산 ····· 174
≪064≫ 수전단 전압계산 ····· 175
≪065≫ 유효전력-상차각, 무효전력-전압강하의 관계
(1) 무효전력-전압강하 ····· 175
(2) 유효전력-상차각 ····· 176
≪066≫ 송수전단 간에 흐르는 전류계산 ····· 177
≪067≫ 송전단의 전압 전력 및 역율계산 ····· 178
≪068≫ 선로의 손실계산 ····· 179
≪069≫ 가공선로의 송전용량 증대방안 및 신도체방식의 종류와 효과
(1) 3상 선로의 송전용량 증대방법 ····· 180
(2) 지중선로의 송전용량 증대방법 ····· 181
≪070≫ SIL 과 부하용량과의 관계
(1) SIL 의 정의 ····· 182
(2) 전압과 전류의 크기 ····· 182
(3) SIL 과 부하용량의 개략적 관계 ····· 182
(4) *L*과 *C*에 의한 표시 ····· 182
≪071≫ SVC 와 동기조상기, 정지형 콘덴서의 동작특성과 경제성
(1) STATCOM (Static Compensator) ····· 183
(2) SVC (Static Var Compensator) ····· 184
(3) 동기조상기 ····· 185
(4) 정지형 콘덴서 ····· 185

≪072≫ 단거리 송전선로의 전압강하와 수전단 전압 계산 ····· 185
≪073≫ 고속도 재폐로 방식의 종류와 효과
(1) 서론 ····· 187
(2) 송전선 자동재폐로의 필요성 ····· 187
(3) 재폐로의 종류 ····· 187
≪074≫ UPFC(Unified Power Flow Controller)의 구조와 기능 ····· 189
≪075≫ KSC IEC 60364-3 규격의 배전계통접지방식 ····· 189
≪076≫ 보호계전기 동작이 가장 확실한 중성점 접지방식 ····· 191
≪077≫ 중성점 불안정 현상
(1) 중성점 불안정 현상 ····· 192
(2) 중성점 불안정 현상이 발생하는 경우 ····· 192
(3) 중성점 불안정의 영향 ····· 193
(4) 중성점 불안정 현상에 대한 대책 ····· 193
≪078≫ GPT 에 설치되는 한류저항
(1) CLR 의 설치목적 ····· 193
(2) 1 선 지락시의 등가회로 ····· 193
(3) CLR 의 저항치 ····· 195
≪079≫ 유효접지의 조건 및 장단점
(1) 유효접지의 정의 ····· 195
(2) 유효접지의 조건 ····· 195
(3) 유효접지의 장단점 ····· 195
≪080≫ 중성점 접지 리액터의 설치 목적과 적용 개소
(1) 중성점 접지 리액터의 설치목적 ····· 196
(2) 중성점 접지 리액터의 적용개소 및 설치방법 ····· 196
≪081≫ GPS 기술이 전력계통에 응용되는 기술분야
(1) 서론 ····· 197
(2) GPS ····· 197
(3) 전력계통에 이용되는 분야 ····· 197
(4) GPS 이용상의 문제점 ····· 198
≪082≫ 차단기의 적정성 여부와 계전기의 동작여부 검토 ····· 198
≪083≫ TRV
(1) TRV(Transient Recovery Voltage)의 의미 ····· 200
(2) TRV 의 유형 ····· 200
≪084≫ IEC 단락전류 계산방법에서 I_k'', I_p, I_b, I_k 의 의미와 적용방법 ····· 201

≪085≫ 영점 추이현상 ····· 202
≪086≫ 고장지점의 X/R Ratio 가 나타내는 의미와 영향 ····· 203
≪087≫ 지락전류 분류계수의 크기를 결정하는 요소 ····· 204
≪088≫ 차단기의 동작책무 ····· 205
≪089≫ 정태안정 극한전력 계산 및 안정여부 판별 ····· 205
≪090≫ 전력계통의 과도안정도 증진을 위해 설계단계에서 고려할 사항
(1) 전압변동의 억제 ····· 207
(2) PSS 사용 ····· 207
(3) 계통의 직렬 리액턴스 감소 ····· 208
(4) 사고시 계통에 주는 충격경감 ····· 208
(5) 사고시 발전기 입출력 불균형 최소화 ····· 208
≪091≫ 전압 불안정 현상에 대한 대책
(1) 설비적 대책 ····· 208
(2) 운영측면에서의 대책 ····· 209
≪092≫ 대용량 전원 탈락시의 현상과 발전기, 변압기에 미치는 영향 및 대책
(1) 탈락시 나타나는 현상 ····· 210
(2) 발·변전기기에 미치는 영향 ····· 210
(3) 정전범위를 축소하기 위한 대책 ····· 210
≪093≫ P-V, V-Q 곡선
(1) *P-V* 곡선 ····· 211
(2) *V-Q* 곡선 ····· 213
≪094≫ 계통전압 상승 억제대책 및 각 대책의 장단점
(1) 송전선로의 전압상승을 억제하기 위한 대책 ····· 213
(2) 장단점 ····· 214
≪095≫ 충격파에 의해 나타나는 전압계산 ····· 215
≪096≫ 페란티 현상의 발생이유, 영향 및 대책
(1) 페란티 현상의 발생 이유 ····· 216
(2) 페란티현상의 영향 ····· 216
(3) 페란티현상에 대한 대책 ····· 217
≪097≫ 케이블에 흐르는 충전전류의 발생원인과 문제점
(1) 충전전류의 발생원인 ····· 218
(2) 충전전류의 문제점 및 영향 ····· 218
(3) 충전전류에 대한 대책 ····· 219

≪098≫ 개폐서지 억제대책
(1) 개폐서지의 의미 ····· 219
(2) 개폐서지가 발생하는 원인 ····· 219
(3) 개폐서지 억제대책 ····· 220
≪099≫ 피뢰기 ZnO 소자의 열폭주 현상 (Thermal Runaway) ····· 221
≪100≫ 차단기 트립프리(Trip Free)의 종류 ····· 222
≪101≫ 765kV 계통 보호계전방식의 기본적 성능 및 송전선로 보호방식
(1) 기본원칙 ····· 223
(2) 보호방식 ····· 223
≪102≫ 단락용량 증대가 계통에 미치는 영향 및 경감대책
(1) 단락용량이 전력계통에 미치는 영향 ····· 224
(2) 단락용량 경감대책 ····· 224
≪103≫ HSGS(High Speed Grounding Switch) ····· 226
≪104≫ 차단기나 단로기 개방시 사전에 조치할 사항 ····· 226
≪105≫ 전력계통에 사용하는 병렬 리액터의 설치목적 및 보호장치
(1) 설치목적 ····· 227
(2) 설치시 고려사항 ····· 228
(3) 보호장치 ····· 228
≪106≫ 모선구성의 종류와 모선형태
(1) 서론 ····· 229
(2) 모선구성의 종류 ····· 229
≪107≫ 단권변압기의 장단점 ····· 230
≪108≫ 절연유의 역할과 구비조건 및 대용량 변압기의 안정권선 ····· 232
≪109≫ 3 권선 변압기를 사용하는 이유와 주된 용도 ····· 233
≪110≫ 3 권선 변압기의 임피던스 계산 ····· 233
≪111≫ IEEE C57.12.8 에 따른 변압기 Vector 집합기호 ····· 234
≪112≫ 변압기의 임피던스도 ····· 235
≪113≫ 변압기를 Y-Y 로 사용하지 않는 이유
(1) 변압기에서 유기되는 기전력의 파형 ····· 236
(2) Y-Y 결선 변압기를 사용하지 않는 이유 ····· 236
(3) 변압기 여자전류가 왜형파가 되는 이유 ····· 236
≪114≫ 변압기 여자돌입전류 발생 메커니즘 ····· 238

≪115≫ 초고압 변전소 설계시 고려사항 및 상용주파 이상전압 발생원인
(1) 변전소 절연설계시 고려사항 ····· 239
(2) 상용주파 이상전압이 발생하는 원인 ····· 240
≪116≫ 765 변압기 예방 진단방법
(1) 진단방법 ····· 242
(2) 변전설비의 On-Line 진단법 ····· 243
≪117≫ 변압기의 소음발생 원인과 소음 저감대책
(1) 소음발생 원인 ····· 244
(2) 소음 방지대책 ····· 24
≪118≫ 전절연, 균등절연, 단절연, 저감절연 ····· 245
≪119≫ 765 송변전설비 설계시 고려사항
(1) 765kV 송전선로를 사용하게 된 배경 ····· 247
(2) 765kV 송변전설비 사양 ····· 247
(3) 765kV 송변전설비 설계시 고려사항 ····· 248
≪120≫ 초고압 계통에 사용하는 디지털 계전기
(1) 디지털 계전기의 동작원리 ····· 249
(2) 디지털 계전기의 특성 ····· 250
(3) 디지털 계전기의 구성 ····· 250
(4) 디지털 계전기의 장단점 ····· 250
≪121≫ 비율차동계전기의 동작비율 계산 ····· 251
≪123≫ 재폐로 차단기의 동작시퀀스 ····· 254
≪124≫ 3 상 2 회선 가공송전선로 절연설계시 유의사항 ····· 255
≪125≫ 비율차동계전기 동작상태 ····· 256
≪126≫ 송전계통의 낙뢰에 대한 대책 ····· 257
≪127≫ 공심변류기의 구조와 특성 ····· 261
≪128≫ 송전용 직류차단기 ····· 261
≪129≫ 장거리 송전선로의 특성임피던스와 전파정수 ····· 263
≪130≫ 피뢰기의 저항계산 ····· 264
≪131≫ 친환경 절연 개폐기 ····· 265
≪132≫ 철탑 인상공법
(1) 철탑 인상의 필요성 ····· 266
(2) Helper Tower 공법 ····· 266
(3) Enclosing 공법 ····· 266
(4) Helper Tower 공법과 Enclosing 공법의 비교 ····· 267

≪133≫ 직류송전과 교류송전에서의 손실비교 ····· 267
≪134≫ 차단기 트립방식 ·····268
≪135≫ 단거리 송전선로의 전력원선도 ····· 270
≪136≫ HVDC 용 인버터 ····· 272
≪137≫ 콘덴서가 있는 경우의 영상 정상 역상회로와 등가회로 ····· 274
≪138≫ 직류송전의 전류형, 전압형 및 Black Start

발송배전 기술사

제4권 배전공학

제4권 배전공학 목차

≪001≫ 변전소
(1) 변전소의 역할 ····· 1
(2) 변전소의 설비 ····· 1
≪002≫ 차단기
(1) 차단기의 종류에 따른 특성 ····· 3
(2) 차단기의 각종 정격 ····· 4
(3) 차단기의 합성 단락시험 ····· 7
(4) 차단기의 투입방식과 트립 방식 ····· 7
≪003≫ 변압기 임피던스전압의 영향
(1) 전압강하 ····· 8
(2) 전압변동율 ····· 8
(3) 차단용량 (단락용량) ····· 8
(4) 전력손실 ····· 8
(5) 병렬운전 ····· 8
(6) 계통의 안정도 ····· 9
≪004≫ 변압기의 경년 열화 원인 ····· 9
≪005≫ 변압기 냉각방식 ····· 10
≪006≫ 변압기 시험
(1) 극성 시험 ····· 11
(2) 권수비 측정 ····· 11
(3) 무부하 시험 ····· 11
(4) 단락 시험 ····· 12
(5) 온도 상승 시험 ····· 12
(6) 유도 시험 ····· 13
(7) 충격파 시험 ····· 14
(8) 상회전 시험 ····· 14
(9) 절연 내력 시험 ····· 14
(10) 권선의 저항 측정 ····· 15
(11) 절연 저항 측정 ····· 15
(12) 변압기의 구조 검사 ····· 15

≪007≫ 변압기의 병렬운전
(2) 용량은 같고 임피던스가 다른 변압기의 부하분담 ····· 15
(3) 용량과 %Z가 다른 경우의 합성최대부하 ····· 16
(4) 3 상 변압기 병렬운전 가능결선과 불가능 결선 ····· 16
(5) Y-Δ 결선과 Δ-Y 결선 변압기의 병렬 운전이 가능한 이유 ····· 17
(6) 병렬운전 변압기의 순환전류 ····· 17
≪008≫ 변압기 임피던스
(1) 변압기가 무부하인 경우 ····· 19
(2) 변압기에 부하가 걸려있는 경우 ····· 20
≪009≫ 변압기의 극성과 1, 2 차 간의 위상각
(1) 변압기의 감극성 가극성 ····· 21
(2) 1, 2 차 코일간의 위상각 ····· 22
≪010≫ 3 상 변압기에서의 불평형 전류
(1) 3 상 4 선식에서의 불평형전류 ····· 22
(2) 3 상 3 선식에서의 불평형전류 ····· 23
(3) 3 상 불평형 부하에서 중성선에 흐르는 전류의 절대값을 구하는 공식 ····· 23
≪011≫ 2 권선 변압기 이론 및 등가회로
(1) 변압기 이론 ····· 25
(2) 변압기 등가 회로 ····· 26
(3) 벡터도 ····· 26
≪012≫ 아몰포스 변압기
(1) 개요 ····· 27
(2) 아몰퍼스 변압기의 장점 ····· 27
(3) 아몰퍼스 변압기의 단점 ····· 27
≪013≫ 변압기 보호용 전력휴즈 선정시 유의사항 및 차단기와의 차이점
(1) 서론 ····· 28
(2) 전력퓨즈의 선정시 고려사항 ····· 28
(3) 차단기와의 차이점 ····· 30
≪014≫ 배전계통의 구성
(1) 급전선 간선 및 분기선 ····· 30
(2) 배전선로의 구성방식 ····· 31

≪015≫ 배전선로의 전기방식
(1) 단상 2 선식 ····· 34
(2) 단상 3 선식 ····· 34
(3) 3 상 3 선식 ····· 34
(4) 3 상 4 선식 ····· 35
≪016≫ 배전선로의 전기적 특성
(1) 전압강하 ····· 35
(2) 배전선로의 전력손실 ····· 36
(3) 변압기 손실 ····· 41
≪017≫ 수요와 부하
(1) 수용율 ····· 42
(2) 부등율 ····· 42
(3) 부하율 ····· 43
(4) 수용율 부등율 부하율의 관계 ····· 43
≪018≫ 변압기와 부하
(1) 변압기 용량결정 ····· 43
(2) V 결선 변압기의 출력 ····· 44
≪019≫ 배전선로의 전압변동
(1) 전압 및 주파수 유지기준 ····· 45
(2) 배전계통의 전압조정장치 ····· 45
(3) 플리커 ····· 46
≪020≫ Recloser
(1) 개요 ····· 47
(2) Recloser 의 기본동작 ····· 47
(3) Recloser 의 Sequence (2F2D) ····· 48
≪021≫ OLTC 와 LDC 의 동작원리
(1) OLTC 의 동작원리 ····· 48
(2) 선로 전압강하 보상기(LDC: Line Drop Compensator)의 동작원리 ····· 49
≪022≫ 고조파
(1) 고조파의 정의 ····· 51
(2) 고조파의 발생 메커니즘 ····· 52
(3) 고조파를 발생시키는 기기 ····· 53
(4) 고조파가 각각의 기기에 미치는 영향 ····· 54
(5) 고조파가 변압기에 미치는 영향 ····· 54
(6) 고조파에 대한 대책 ····· 55

(7) 고조파 필터 ····· 56
(8) 고조파 왜형율 ····· 59
(9) 3 상 평형 배선에서 4 심 케이블의 고조파 전류 환산계수 ·····
≪023≫ 역율개선
(1) 무효전력의 의미 ····· 60
(2) 역율개선의 효과 ····· 60
(3) 역율개선용 콘덴서 용량 산출 방법 ····· 61
(4) 역율개선용 콘덴서 용량 계산예 ····· 61
(5) 고압콘덴서 내부고장 보호방식 ····· 62
(6) 역율 개선용 콘덴서의 설치위치 ····· 63
(7) 직렬 콘덴서를 역율개선용으로 사용하기 곤란한 이유 ····· 64
(8) 전력용 콘덴서 개폐시의 특이현상 ····· 65
(9) 콘덴서에 직렬 리액터를 사용하는 이유 ····· 66
(10) 직렬 리액터를 사용할 때 콘덴서 단자전압 ····· 67
(11) 역율개선용 콘덴서를 설치할 때 기술적 유의사항 ····· 67
≪024≫ 배전자동화
(1) 서론 ····· 68
(2) 배전 자동화 방안의 주요 내용 ····· 68
(3) 배전 자동화 시스템의 구성 ····· 69
(4) 기능별 특성 및 이점 ····· 70
(5) 계획 운용상의 고려 사항 ····· 70
≪025≫ CV Cable 의 열화 원인과 그 대책
(1) 열화 원인 ····· 71
(2) 케이블 열화에 대한 대책 ····· 72
≪026≫ 전력 케이블의 열화 진단방법
(1) 충격 전압 시험 ····· 73
(2) 유전 정접시험 ····· 73
(3) 부분 방전 시험 ····· 73
(4) 직류 성분에 의한 케이블 열화 진단법 ····· 73
(5) 직류 중첩에 의한 케이블 열화 진단법 ····· 74
(6) 영상 전류에 의한 케이블 열화 진단법 ····· 74
(7) 직류전압 인가법 ····· 74
(8) 절연저항 측정법 ····· 74
(9) 성극지수 측정법 ····· 74

(10) 방전시간 측정법 ····· 75
(11) 초저주파 전압인가법 ····· 75
≪027≫ 변류기
(1) 변류기 개요 ····· 75
(2) 변류기의 동작원리 ····· 75
(3) 변류기와 변압기의 차이 ····· 77
(4) 2 차를 개방할 때 변류기 1 차에는 전류가 그대로 흐르는 이유 ····· 77
(5) 변류기 선정시 고려사항 ····· 78
(6) 변류기의 Knee Point Voltage ····· 80
(7) CT 의 오차계급 ····· 80
≪028≫ 변압기와 변류기의 작동원리 비교
(1) 변압기 ····· 81
(2) 변류기 작동원리 ····· 83
(3) 변압기와 변류기 비교 ····· 84
≪029≫ 전기공사 감리원의 업무
(1) 감리의 의미 ····· 84
(2) 전력기술 관리법에 의한 기본업무 ····· 84
(3) 감리업무 내용 ····· 85
≪030≫ 접지
(1) 접지저항 측정 ····· 86
(2) 독립접지 공용접지 및 통합접지 ····· 89
(3) 목적에 따른 접지의 종류 ····· 89
(4) 인체감전 ····· 90
(5) 누전차단기 ····· 92
≪031≫ 보호 계전기 정정시에 고려해야 할 사항
(1) 개요 ····· 93
(2) 보호 계전기의 정정시 고려할 사항 ····· 93
≪032≫ 22.9kV 계통선로의 보호장치 및 보호협조
(1) 개요 ····· 94
(2) 보호 장치 ····· 94
(3) 보호협조 구성도 ····· 95

≪033≫ 지중 케이블의 고장점 추정방법
(1) Murray Loop 법 ····· 96
(2) Impedance Bridge 법 ····· 96
(3) Pulse 에 의한 방법 ····· 97
(4) 탐색코일에 의한 방법 ····· 97
(5) 정전용량 측정에 의한 방법 ····· 97
≪034≫ GIS 기기의 열화원인, 열화과정 및 열화 진단방법
(1) 열화원인 ····· 97
(2) 열화과정 ····· 98
(3) 열화 진단방법 ····· 99
≪035≫ GIS 에 사용되는 가스의 특징과 가스절연 변전소의 장단점
(1) SF_6 가스의 물리·화학적 및 전기적 특징 ····· 100
(2) GIS 의 장단점 ····· 101
≪036≫ 변압기의 이행(移行) 전압의 종류와 대책
(1) 개요 ····· 102
(2) 정전이행 ····· 102
(3) 전자이행 ····· 103
≪037≫ 변전설비의 On-Line 진단방법
(1) 개요 ····· 103
(2) On Line 진단의 구성도 ····· 103
(3) On Line 절연 진단법 ····· 103
≪038≫ ASS
(1) ASS(Automatic Sectionalizing Switch)의 설치장소 ····· 105
(2) 동작 메커니즘 ····· 106
(3) ASS 의 기능 ····· 107
(4) ASS 적용시 고려사항 ····· 107
≪039≫ Smart Grid
(1) Smart Grid 의 정의 ····· 107
(2) 전력산업에서 스마트 그리드가 등장한 배경 ····· 107
(3) Smart Grid 와 기존전력망의 비교 ····· 108
(4) Smart Grid 의 응용분야 ····· 108
(5) 스마트 그리드 구성요소 ····· 109
(6) 스마트 그리드가 필요한 이유 ····· 109
(7) 스마트 그리드의 전망 ····· 110
(8) 스마트 그리드의 장점 ····· 111
(9) 스마트 그리드의 문제점 ····· 111
≪040≫ 고장율과 정지시간 및 공급신뢰도

(1) 고장율과 정지시간 ····· 111
(2) 공급 신뢰도의 계산 ····· 112
≪041≫ 부하관리의 개념 및 종류
(1) 부하 관리의 필요성 ····· 113
(2) 직접 부하 관리의 방법 및 장단점 ····· 114
(3) 간접 부하 관리의 방법 및 그 장단점 ····· 115
≪042≫ 전압이 같을 때 변압기의 사용 주파수를 변경해서 사용하는 경우
(1) 60 Hz 를 50 Hz 로 사용할 경우 ····· 116
(2) 50 Hz 를 60 Hz 로 사용할 경우 ····· 117
≪043≫ 순시전압강하와 순간정전의 원인과 영향 및 대책
(1) 서론 ····· 117
(2) 발생원인 ····· 117118
(3) 영향 ····· 118
(4) 대책 ····· 118
≪044≫ 고조파 공진 주파수 계산 ····· 119
≪045≫ 비선형 부하에 의한 중성선 과부하현상 및 역율저하
(1) 비선형 회로의 의미 ····· 120
(2) 중성선의 과부하현상 ····· 120
(3) 고조파에 의한 역율저하 ····· 121
(4) 영상분 고조파가 주는 영향 ····· 122
≪046≫ 역율을 개선했을 때 선로손실 감소량 계산 ····· 123
≪047≫ 역율변동에 따른 전압변동율 계산 ····· 124
≪048≫ 발전기에 접속된 부하에 흐르는 전류계산 ····· 124
≪049≫ 선로손실을 감소시키기 위한 콘덴서용량 계산 ····· 125
≪050≫ 콘덴서 설치후 전압강하 및 전압변동율 개선효과 ····· 126
≪051≫ 수전변압기 용량계산 ····· 126
≪052≫ 균등부하에서 전압강하 계산 ····· 127
≪053≫ 전원전압의 크기 계산 ····· 128
≪054≫ 단상 2선식과 3상 3선식의 소요 전선량 비교 ····· 129
≪055≫ 케이블의 안전전류 ····· 130
≪056≫ CN/CV 케이블 ····· 131
≪057≫ 고압모터에 설치하는 케이블 선정시 고려사항
(1) 케이블의 허용전류 ····· 132
(2) 전압강하 ····· 132
(3) 케이블의 기계적 강도 ····· 132
(4) 고조파 ····· 132

(5) 케이블의 설치환경 ····· 132
(6) 전동기의 운전상태 ····· 133
(7) 주위온도 ····· 133
(8) 전동기의 기동계급 ····· 133
(9) 경제성 ····· 133
≪058≫ 직육면체 건축 구조체를 대용전극으로 한 접지
(1) 구조체 접지의 의미 ····· 134
(2) 구조체 접지저항의 크기 ····· 134
≪059≫ Surge Absorber 와 피뢰기의 용도상 차이 ····· 135
≪060≫ 배전계통의 전력공급신뢰도 향상을 위한 사고정전 예방대책 ····· 136
≪061≫ Integrated Protection and Control System
(1) 서론 ····· 137
(2) 통합보호 제어시스템의 구성 ····· 138
(3) 통합보호 제어시스템의 특징 ····· 138
(4) 기존 시스템과 통합보호 제어시스템의 비교 ····· 138
≪062≫ EMS (Energy Management System)
(1) EMS 의 정의 ····· 139
(2) EMS 의 기능 ····· 139
≪063≫ 전기관련 법률로 정한 전기설비의 종류 ····· 141
≪064≫ 전기관련 법규 ····· 142
≪065≫ 배전용 폴리머애자와 기존의 자기애자의 장단점 비교 ····· 142
≪066≫ 전력품질의 특성 ····· 144
≪067≫ 주파수변동, 전압변동 및 정전의 발생원인과 영향 ····· 146
≪068≫ 전력산업의 다양화에 따른 신뢰도 문제 ····· 148
≪069≫ 전력공급 신뢰도 지수
(1) 고장율과 정지시간 ····· 150
(2) 전력공급 신뢰도지수 ····· 150

≪070≫ 활선 및 정전 작업시의 안전조치
(1) 활선 작업시의 안전조치 ····· 151
(2) 정전작업시의 안전조치 ····· 153
≪071≫ 배전계통에서 파형의 왜곡 평가기법 ····· 154
≪072≫ ABC(Aerial Bundled Cable 또는 Aerial Bundled Conductors) 방식 ····· 155
≪073≫ 초전도 한류기 ····· 156
≪074≫ 부하관리(Load Control)의 의미와 목적 및 방법
(1) 전력 수요 관리의 의의 및 목적 ····· 157
(2) 전력 수요관리 개요 ····· 157
(3) 전력 수요 관리의 유형 ····· 157
(4) 부하 제어방법 ····· 158
≪075≫ 전기사용 설비에서 케이블의 굵기 선정 방법 ····· 159
≪076≫ 변압기의 % 임피던스 선정시 검토하여야 할 사항 ····· 161
≪077≫ 변압기 1, 2 차측의 %Z 가 동일함을 증명 ····· 162
≪078≫ 기기 절연물에 적용하는 내열성 등급 ····· 163
≪079≫ 컴퓨터에 의한 감시제어 시스템
(1) 컴퓨터 제어 ····· 164
(2) 감시 제어설비의 구성 ····· 165
≪080≫ 전력계통의 부하 모델링 ····· 167
≪081≫ 케이블 금속쉬스(Sheath)유기전압과 저감 대책
(1) 서론 ····· 168
(2) 금속 시스의 유기전압 ····· 169
(3) 유기전압 저감대책 ····· 169
≪082≫ 배전계통에서 전기품질향상 대책
(1) 장시간 정전에 대한 대책 ····· 170
(2) 일정 주파수를 유지하기 위한 대책 ····· 171
(3) 순시정전 및 순간전압강하에 대한 대책 ····· 171
(4) 고조파에 대한 대책 ····· 172
≪083≫ EMS(Energy Management System) 구성과 기능
(1) 서론 ····· 173
(2) EMS 의 기능 ····· 173
(3) 구성방안 ····· 174

≪084≫ 변압기 병렬운전에서 꼭 만족시켜야 할 조건들과, 만족시키면 좋은 조건
(1) 변압기 병렬 운전 조건 ····· 174
(2) 병렬운전 조건을 만족시켜야 하는 이유 ····· 174
≪085≫ 부하분포에 따른 전압강하의 비율 계산 ····· 175
≪086≫ 캐스케이드 차단방식
(1) Cascade 차단방식을 채택하는 이유 ····· 176
(2) Cascade 차단방식의 동작원리 ····· 176
(3) Cascade 차단방식을 사용할 수 있는 조건 ····· 177
≪087≫ 지중 케이블의 활락 ····· 177
≪088≫ 병렬 콘덴서와 직렬 콘덴서 ····· 177
≪089≫ 케이블의 직선접속, 스톱접속 및 종단접속
(1) 직선접속 (Straight Joint) ····· 180
(2) 스톱접속 (Stop Joint) ····· 180
(3) 종단접속 (Termination Joint) ····· 181
≪090≫ 유도 전동기 기동방법
(1) 농형 유도전동기의 기동방법 ····· 181
(2) 권선형 유도전동기의 기동방법 ····· 182
(3) Soft Start 기동방식 ····· 183
≪091≫ 보호계전기의 적정 여부 판단 ····· 184
≪092≫ 전력선 통신
(1) 서론 ····· 185
(2) 전력선 통신방식의 구성 ····· 186
(3) 전력선 통신의 장단점 ····· 186
(4) 향후 전망 ····· 187
≪093≫ 배전선로에서 운영되는 무정전공법
(1) 무정전 공법의 필요성 ····· 188
(2) 무정전 공법의 종류 ····· 188
(3) 무정전 공법의 효과 ····· 189
≪094≫ 배전센터
(1) 개요 ····· 189
(2) 배전자동화 기술발전단계 ····· 190
(3) 배전센터의 구성 ····· 190
(4) 배전센터의 기능 ····· 190

≪095≫ 인구밀집지역 변전소 건설시 검토사항과 변전소 형태
(1) 중점적으로 검토되어야 할 사항 ····· 190
(2) 변전소 형태 ····· 191
≪096≫ 배전전력구 종합감시 시스템
(1) 개요 ····· 191
(2) 주요설비 ····· 191
(3) 관리항목 ····· 192
(4) 기대효과 ····· 192
≪097≫ 감전에 대한 인체의 위험한계
(1) 누전차단기의 안전성 ····· 192
(2) 안전한계와 위험한계 ····· 193
≪098≫ Voltage sag, Voltage swell, Interruption Outage
(1) Voltage Sag ····· 193
(2) Voltage Swell ····· 194
(3) Interruption Outage ····· 194
≪099≫ CNCV 케이블의 비일괄 공동접지 방식
(1) 서론 ····· 194
(2) 동심중성선 일괄접지에 따른 문제점 ····· 195
(3) 동심중성선 비일괄접지 ····· 195
≪100≫ 주상변압기 설계 및 설치시 고려사항
(1) 변압기 설계시 검토사항 ····· 195
(2) 부하불평형 방지 ····· 196
(3) 설치시 주의사항 및 점검사항 ····· 196
≪101≫ 배전선로의 불평형 ····· 197
≪102≫ 콘덴서 설치에 의한 전압강하 경감율 ····· 198
≪103≫ 부하율의 정의와 부하율 향상방안 ····· 198
≪104≫ 난연 케이블과 연소에 관한 용어
(1) 난연 케이블 ····· 200
(2) 연소에 관한 용어 ····· 200
≪105≫ GPT 용량과 CLR 의 저항치 계산방법 ····· 201
≪106≫ 접지 콘덴서
(1) 접지콘덴서를 이용한 지락전류 검출방법 ····· 202
(2) 접지콘덴서 적용시 유의사항 ····· 202
≪107≫ 전동기 모선의 전압강하계산 ····· 203
≪108≫ 변압기 정수 측정
(1) 단락시험 ····· 205
(2) 개방시험 ····· 206

≪109≫ 연선의 연입율 ····· 207
≪110≫ 관로내 케이블의 Jam Ratio
(1) 변압기 설계시 검토사항 ····· 207
(2) 부하불평형 방지 ····· 207
(3) 설치시 주의사항 및 점검사항 ····· 207
≪111≫ 역율개선용 콘덴서의 용량변화
(1) 유효전력이 일정한 경우 ····· 208
(2) 피상전력이 일정한 경우 ····· 208
≪112≫ 지선의 종류
(1) 변압기 설계시 검토사항 ····· 208
(2) 부하불평형 방지 ····· 208
(3) 설치시 주의사항 및 점검사항 ····· 209
≪113≫ ATS 와 CTTS
(1) ATS 와 CTTS 의 차이점 ····· 210
(2) CTTS 의 장점 ····· 210
≪114≫ 고조파 공진 주파수 ····· 211
≪115≫ 기체와 고체의 절연파괴
(1) 기체의 절연파괴 ····· 212
(2) 고체의 절연파괴 ····· 212
≪116≫ 영상전류를 얻기 위한 CT 결선 방법 ····· 213
(1) 잔류회로를 이용하는 방법 ····· 213
(2) 접지콘덴서와 CT 를 사용하는 방법 ····· 213
(3) 중성선에 CT 를 설치하는 방법 ····· 213
(4) 3 권선 CT 의 영상분로 접속방법 ····· 214
(5) ZCT 를 사용하는 방법 ····· 214
≪117≫ 유입변압기 기계적 보호방식
(1) 서론 ····· 215
(2) 유입변압기 기계적 보호방식 ····· 215
≪118≫ 분산형 전원 연계계통의 용어
(1) 서론 ····· 216
(2) 유입변압기 기계적 보호방식 ····· 216

≪119≫ 반도체 변압기 ····· 217
(1) 서론 ····· 217
(2) 직류배전용 반도체 변압기 ····· 217
(3) 향후전망 ····· 218
≪120≫ 계측기용 변류기와 보호계전기용 변류기의 과전류 특성
(1) 서론 ····· 219
(2) 계측기용 CT 와 계전기용 CT 의 과전류특성 ····· 219
(3) 계측기용 CT 와 계전기용 CT 의 과전류 정수 ····· 219
≪121≫ KEC 에 따른 저압차단기 선정방법
(1) 개요 ····· 220
(2) 저압 차단기 선정방법 ····· 220
≪122≫ 계통 임피던스 맵과 발전기 출력
(1) 문제 ····· 222
(2) 해설 ····· 222
≪123≫ 변압기의 K-Factor
(1) 변압기의 K-factor ····· 225
(2) 고조파 손실계수(Harmonic Loss Factor) ····· 225
(3) K-Factor 와 변압기의 고조파 저감계수(THDF)의 관계 ····· 225
≪124≫ 대용량 변압기의 SFRA(Sweep Frequency Response Analyzer) 시험 ····· 226
(1) SFRA 의 시험원리 ····· 226
(2) SFRA 시험의 목적 ····· 226
(3) SFRA 시험의 시험방법 ····· 226
(4) SFRA(Sweep Frequency Response Analysis)시험의 판단방법 ····· 227
(5) SFRA 시험의 측정시기 ····· 228
≪125≫ 분산형 전원 연계선로의 전압보상을 위한 배전용 SVR
(1) Step Voltage Regulator 의 의미 ····· 228
(2) Step Voltage Regulator 의 기능 ····· 228
(3) Step Voltage Regulator 의 장단점 ····· 229
≪126≫3 권선 변압기의 전압변동율 계산 ····· 229
≪127≫ BIL 과 정격전압 및 정격차단용량 ····· 231
≪128≫ 섹터 카플링(Sector Coupling)
(1) 섹터 카플링(Sector Coupling)의 개념 ····· 233
(2) Sector Coupling 의 기술 ····· 233
(3) Sector Coupling 의 활용방안 ····· 234
≪129≫ 단상변압기 3 대의 부하분담 ····· 234
≪130≫ 디지털 변전소
(1) 디지털 변전소의 의미와 효과 ····· 236
(2) 디지털 변전소의 구성 ····· 237

(3) 기존 변전소와 디지털 변전소 비교 ····· 237
≪131≫ 3 상 CT 결선
(1) 정상적인 결선 ····· 238
(2) CT 1 상 역결선시 ····· 238
(3) CT 2 차 1 상 개방시 ····· 238
≪132≫ MVDC
(1) 직류 송배전 전압의 종류 ····· 239
(2) MVDC 의 필요성 및 기대효과 ····· 239
≪133≫ 정격부하로 운전되는 변압기 전압변동율과 %Z 가 같음을 증명 ·····240
≪134≫ 배전선로의 길이계산 ·····240
≪135≫ 자구 미세화 변압기
(1) 서론·····243
(2) 자구미세화 변압기·····243
≪136≫ 변압기 결선방식에 따른 1, 2 차간의 위상각 ·····243
≪137≫ 전기자동차 충전방식
(1) 완속충전과 급속충전·····245
(2) V0G, V1G, V2G·····245
≪138≫ 바나듐 이온 배터리
(1) 서론·····246
(2) 바나듐이온배터리의 동작원리·····246
(3) 바나듐이온배터리의 장점·····246
(4) 바나듐이온배터리의 용도·····247
≪139≫ 히트펌프(Heat Pump)
(1) 서론·····249
(2) 히트펌프의 종류·····249
(3) 히트펌프의 동작원리·····249
(4) 히트펌프의 장점·····250

발송배전 기술사

제5권 계통공학

제5권 계통공학 목차

≪001≫ 전력계통 개요
(1) 전력계통의 기본요소 ····· 1
(2) 전력계통의 특성 ····· 1
≪002≫ 전력계통의 기초방정식
(1) 전력계통에서 전류의 흐름 ····· 1
(2) 어드미턴스 행렬 ····· 2
(3) 기준외 권수비 변압기의 어드미턴스 행렬 ····· 2
≪003≫ 구동점 임피던스와 전달임피던스
(1) 임피던스 선도의 물리적 의미 ····· 4
(2) 어드미턴스 행렬 ····· 5
(3) 구동점 임피던스 ····· 5
(4) 전달 임피던스 ····· 6
≪004≫ 전력조류계산의 필요성과 조건
(1) 전력 조류 계산의 의의 ····· 7
(2) 전력 조류 계산의 필요성 ····· 7
(3) 계산조건 설정 ····· 8
≪005≫ 전력조류계산의 기본 알고리즘
(1) 개요 ····· 9
(2) 반복계산의 기본 알고리즘 ····· 9
≪006≫ 전력조류 계산
(1) 전력 조류 방정식의 기본 개념 ····· 9
(2) 가우스-자이델 법 ····· 13
(3) 뉴톤-랍슨 법 ····· 14
(4) 선형화 조류 계산 (직류법 조류 계산) ····· 18
(5) 조류 계산용 Computer Software ····· 21
(6) 조류 계산의 입출력 자료 ····· 21
(7) 가우스 자이델법과 뉴톤 랍슨법의 비교 ····· 21

≪007≫ 주파수-유효전력제어
(1) 주파수-유효전력제어 개요 ····· 21
(2) 주파수 및 부하변동특성 ····· 23
(3) 계통에서의 주파수특성 ····· 24
(4) 주파수 제어원리 ····· 28
(5) 부하변동 주기에 따른 제어방법 ····· 30
(6) 자동 주파수 제어방식 ····· 31
(7) 주파수 제어와 경제 부하배분 ····· 32
≪008≫ 전력계통의 경제운용
(1) 경제운용 개요 ····· 34
(2) 연료비 특성 ····· 35
(3) 화력계통의 경제부하 배분 ····· 36
(4) 수화력 계통의 경제운용 ····· 39
≪009≫ 전압-무효전력 제어
(1) 전압제어의 필요성 ····· 44
(2) 전압제어를 위한 무효전력 공급원 ····· 44
≪010≫ 계통운용의 실제
(1) 계통운용 자동화 ····· 46
(2) 에너지 관리 시스템 ····· 48
≪011≫ 계통의 상태변화 ····· 49
≪012≫ 전력조류계산에서 Slack 모선을 정하는 이유와 기지량 미지량
(1) 슬랙모선(기준모선 Swing 모선)을 정하는 이유 ····· 49
(2) 각 모선의 기지량과 미지량 ····· 50
≪013≫ 전력조류계산과 최적조류의 입출력 차이점 및 제어변수
(1) 전력조류(Power Flow) ····· 50
(2) 최적조류(Optimal Power Flow) ····· 51
≪014≫ 사고시 단락전류 및 모선전압 계산 ····· 54
≪015≫ 차단기 차단용량 계산 ····· 55
≪016≫ 3 모선 계통에서 단락전류 계산 ····· 57
≪017≫ 고장점의 지락전류 계산 ····· 59
≪018≫ 기준외 변압기가 있는 경우의 어드미턴스행렬 ····· 60
≪019≫ 2 회선 송전선로에서 1 회선 단락시 전류분포 계산 ····· 61

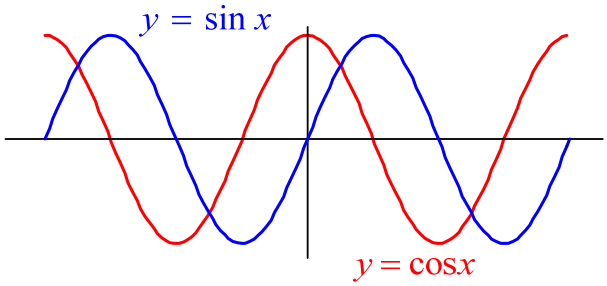
≪020≫ 조류계산의 의미, 역할 및 기지량과 미지량 ····· 62
≪021≫ 차단기의 최소 차단용량 계산 ····· 63
≪022≫ 고장중 전송전력 계산(1) ····· 64
≪023≫ 고장중 전송전력 계산(2) ····· 65
≪024≫ *p.u* 도 그리기 ····· 66
≪025≫ 발전기 탈락시 연계선로의 전력변화량 계산 ····· 67
≪026≫ 단락사고시 단락전류, 각 모선 전압 및 각 지로에 흐르는 전류 ····· 67
≪027≫ 송수전단의 전압의 크기와 위상이 다른 경우 전력조류계산 ····· 69
≪028≫ 조류계산과 상태추정 ····· 70
≪029≫ 가속계수, 전압제어모선, 뉴톤랍슨법과 가우스자이델법의 비교 등 ····· 71
≪030≫ 광역정전 예방대책 ····· 73
≪031≫ 대정전이 발생하는 원인과 국내외에서 발생한 사례
(1) 대정전의 원인 ····· 75
(2) 대정전 사례 ····· 76
≪032≫ 연계선의 리액턴스 계산 ····· 77
≪033≫ 부하탈락시 계통 주파수 계산 ····· 78
≪034≫ 차단기 차단용량 계산 ····· 79
≪035≫ 전력수급계획, 기동정지계획, 유지보수계획, 경제부하배분 및 AGC ····· 80
≪036≫ 주파수 저하가 미치는 영향
(1) 공급자에게 주는 영향 ····· 83
(2) 수용가에 주는 영향 ····· 84
≪037≫ 정전범위를 축소하기 위한 대책
(1) 사고정전 예방 ····· 84
(2) 무정전 공법 ····· 85
(3) On Line 진단 ····· 85
(4) 보호협조 ····· 86
≪038≫ 3 기 계통의 경제부하 출력배분 ····· 86
≪039≫ 출력 상한값과 하한값의 범위가 주어질 때 최적출력배분 ····· 87
≪040≫ 경제출력계산 및 연료비 비교 ····· 88
≪041≫ 경제운용을 수행한 발전비용 계산 ····· 89
≪042≫ 증분 송전손실 식의 증명 ····· 91

≪043≫ 페널티 계수 계산 ····· 92
≪044≫ 출력제한 조건을 갖는 경우의 최적부하배분 ····· 93
≪045≫ 전력계통 고장파급의 원인 및 방지대책
(1) 사고파급의 원인 ····· 94
(2) 사고파급에 대한 대책 ····· 95
≪046≫ 단락전류 및 단락용량 계산 ····· 96
≪047≫ 단락사고시 고장전류와 차단용량 계산 ····· 97
≪048≫ 전력계통의 공급신뢰도 향상방법 및 송전설비 계획 운영시 고려사항
(1) 전력 계통의 공급 신뢰도란 ····· 98
(2) 전력설비 계획 및 운용에서 신뢰도 향상방법 ····· 99
(3) 송변전설비 계획 및 운용시 고려사항 ····· 99
≪049≫ 평상시 계통전압 운용의 문제점과 운용대책
(1) 계통전압 운용의 문제점 ····· 100
(2) 운용대책 ····· 101
(3) 결론 ····· 101
≪050≫ 전력계통 해석에 사용되는 컴퓨터 프로그램 ····· 102
≪051≫ 경쟁적 전력시장을 구성하는 구성요소
(1) 수직 통합형 ····· 103
(2) 발전 경쟁형 ····· 103
(3) 도매 경쟁형 ····· 103
(4) 소매 경쟁형 ····· 103
≪052≫ 전력수급기본계획 수립시 전력수요예측방법
(1) 전력수요 예측에 영향을 주는 요소 ····· 104
(2) 부하예측 방법 ····· 104
≪053≫ 우리나라 전력계통의 현황
(1) 서론 ····· 105
(2) 발전현황 ····· 105
(3) 송배전현황 ····· 105
≪054≫ 예비력
(1) 서론 ····· 106
(2) 일반적인 예비력의 의미 ····· 106
(3) 전력시장운영규칙에서 예비력의 정의 ····· 107
(4) 예비전력 단계별 조치사항 ····· 108
≪055≫ 콘덴서 투입시 전압강하 변화량 계산 ····· 108
≪056≫ 모선의 전력조류 방정식 ····· 110

≪057≫ 기준외 변압기가 있는 경우의 어드미턴스 행렬 ····· 112
≪058≫ 전력거래 시장에서 발전·수요 통합 전력시장 ····· 113
≪059≫ 동적 요금제
(1) 동적 요금제의 개념 ····· 114
(2) 동적 요금제의 유형 ····· 114
≪060≫ 대용량 전원 탈락시 문제점과 대책
(1) 발생하는 계통 현상 및 문제점 ····· 117
(2) 대책 ····· 117
≪061≫ 시각동기 위상측정장치
(1) 개요 ····· 118
(2) 시각동기 위상측정장치 동작원리 ····· 118
(3) 시각동기 위상측정장치의 전력계통 활용방안 ····· 120
≪062≫ 기준외 변압기가 있는 경우 π형 등가회로 ····· 121
≪063≫ 손실방정식 ····· 122
≪064≫ AI(Artificial Intelligence)가 전력계통에 미치는 영향 ····· 123

전 기 수 학

기술사 이재언



전기기술사 사이버학원

목 차

≪001≫ 수의 체계 ····· 1
≪002≫ 다항식
(1) 다항식에 관한 용어 ····· 1
(2) 다항식의 계산 ····· 2
(3) 함수의 그래프 ····· 6
(4) 함수의 수렴과 발산 ····· 11
≪003≫ 복소수
(1) 허수와 복소수 ····· 12
(2) 극좌표 ····· 13
(3) 전기공학에서 j를 사용하는 이유 ····· 14
(4) 복소수 계산 ····· 15
≪004≫ 삼각함수
(1) 삼각비의 정의 ····· 15
(2) 각도에 대한 일반사항 ····· 16
(3) 호도법 ····· 17
(4) 삼각함수의 가법정리 ····· 18
(5) 배각의 공식 ····· 21
(6) 반각의 공식 ····· 22
(7) 곱을 합 또는 차로 변형하는 공식 ····· 23
(8) 합 또는 차를 곱으로 변형하는 공식 ····· 23
≪005≫ 지수 로그함수
(1) 기본개념 ····· 24
(2) 상용대수와 자연대수 ····· 25
(3) 대수함수의 공식 ····· 26
(4) 데시벨(dB) ····· 27
≪006≫ 평면벡터
(1) 벡터의 개념 ····· 29
(2) 평면벡터의 합과 차 ····· 28

≪007≫ 행렬식
(1) 행렬의 의미 ····· 31
(2) 행렬의 종류 ····· 32
(3) 행렬식 계산 ····· 32
(3) Cramer 의 법칙을 이용한 연립방정식 계산 ····· 33
(4) 역행렬 ····· 34
≪008≫ 미분
(1) 미분 적분의 가시적 의미 ····· 38
(2) 함수의 변화율 ····· 39
(3) 도함수와 미분 ····· 41
(4) 미분법 ····· 42
≪009≫ 적분
(1) 적분상수 ····· 57
(2) 적분공식 ····· 58
(3) 여러가지 적분방법 ····· 63
(4) 정적분 ····· 68
≪010≫ 구면좌표와 입체각
(1) 구면좌표 ····· 77
(2) 입체각 ····· 79
≪011≫ 프리에 급수
(1) 프리에 급수전개 공식 ····· 82
(2) 프리에 급수전개 예 ····· 88
≪012≫ 오일러의 공식
(1) 개요 ····· 91
(2) 테일러의 정리 ····· 91
(3) 오일러공식의 증명 ····· 94
≪013≫ 미분방정식
(1) 미분방정식의 기초개념 ····· 95
(2) 미분방정식의 기초계산 ····· 95
(3) 미분방정식 응용 ····· 97