

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis wichtiger Konstanten	XV
1 Funktionen des Fernwirksystems	1
1.1 Prinzipieller Aufbau	2
1.2 Das TDRS-System	9
1.3 Meßnetze	9
1.4 Bahnvermessung	12
1.5 Telemetrie	15
1.5.1 Datenarten	15
1.5.2 Funktionen	16
1.6 Telekommando	19
1.6.1 Datenarten	19
1.6.2 Funktionen	20
2 Signalübertragung und Rauschen	21
2.1 Antennenparameter	21
2.2 Diskussion	29
2.2.1 Wirkflächenbegrenzungen	29
2.2.2 Wirkflächen- und Gewinnbegrenzung	30
2.2.3 Gewinnbegrenzungen	30
2.2.4 Transitionsfrequenz	31
2.2.5 Fernfeldbedingung	31
2.2.6 Das Rechnen in dB	32
2.2.7 Atmosphäreneinflüsse	33
2.3 Rauschen	33
2.3.1 Thermisches Rauschen	35
2.3.2 Inneres Rauschen	37
2.3.2.1 Rauschen von Widerständen	37
2.3.2.2 Serien- und Parallelschaltung	39
2.3.2.3 Rauschen von Vierpolen	40
2.3.2.4 Kettenschaltung	43

2.3.2.5 Rauschen von Verlustvierpolen	45
2.3.3 Äußerer Rauschen	47
2.3.3.1 Das Plancksche Strahlungsgesetz	47
2.3.3.2 Rauschtemperatur der Antenne	48
2.3.3.3 Effektive Rauschtemperatur	49
2.3.3.4 Numerische Berechnung	50
2.3.3.5 Kosmische Rauschquellen	52
2.3.4 System-Rauschtemperatur	57
2.4 Radiofenster	58
2.5 Störabstand; Pegelplan	60
 3 Modulation	62
3.1 Harmonische Trägersignale	62
3.1.1 Amplitudenmodulation	64
3.1.1.1 Leistungsaufteilung	64
3.1.1.2 Hochfrequenz-Bandbreite	67
3.1.2 Winkelmodulation	67
3.1.2.1 Phasenmodulation	69
3.1.2.2 Frequenzmodulation	76
3.2 Rauschverhalten	78
3.2.1 Amplitudenmodulation	78
3.2.2 Phasenmodulation	80
3.2.3 Frequenzmodulation	82
3.2.4 Pre- und Deemphase	83
3.2.5 Schwellwert	84
3.3 Frequenzmultiplex	85
3.3.1 Prinzip	85
3.3.2 IRIG- FM-FM-System	87
3.3.3 Kombinationsfrequenzen beim Frequenzmultiplexen	91
3.4 Pulsförmiges Trägersignal	93
3.4.1 Abtasttheorem	94
3.4.2 Zeitmultiplex	97
3.4.3 Quantisierung	98
3.4.4 Quantisierte Pulsmodulationsverfahren	100
3.5 Pulscodemodulation	102
3.5.1 Stufenzahl und Codewortlänge	102
3.5.2 Prinzipieller Aufbau eines binären PCM- Telemetriesystems	103
3.5.3 PCM- Bit- Formate	108
3.5.4 Detektionsprozeß	111
3.5.5 Wortfehlerwahrscheinlichkeit	117

3.5.6 PCM mit n-ärer Modulation	119
3.5.7 Kanalcodierung	121
3.5.7.1 Orthogonalcode	122
3.5.7.2 Transorthogonalcode	123
3.5.7.3 Biorthogonalcode	123
3.5.7.4 Kanalkapazität	124
 4 Synchronisation	127
4.1 Phase Locked Loop	127
4.2 Kenndaten des PLL	132
4.3 Tiefpaßfilter	136
4.4 Anwendungsformen	139
4.4.1 PLL mit Untersteller	139
4.4.2 Lange Regelschleife	139
4.4.3 Frequenztranslation	141
4.4.4 PLL als Demodulator	141
4.4.5 Zusatzeinrichtungen für den Fangvorgang	142
4.5 Der Hybride PLL	144
4.6 Der digitale PLL	144
4.6.1 Number Controlled Oscillator	144
4.6.2 Vergleich des DPLL mit dem PLL	146
4.6.3 Rein digitale Regelschaltung	147
4.7 PSK- Trägersynchronisation	147
4.7.1 Quadrierschleife (Squaring Loop)	148
4.7.2 Costas-Schleife	148
4.7.3 Entscheidungs-Rückkopplungsschleife (Decision-Feedback Loop)	148
4.7.4 Trägerfrequenzrückgewinnung bei Mehrphasen-PSK	150
4.8 Bitsynchronisation	150
4.8.1 Ein- und Zweikanalverfahren	150
4.8.2 Gewinnung des Bittaktes im Einkanalverfahren	153
4.9 Rahmensynchronisation	155
4.10 PN-Folgen	159
4.10.1 Zufällige Folgen und PN-Folgen	159
4.10.2 Autokorrelationsfunktion (AKF) und Kreuzkorrelationsfunktion (KKF) für binäre Folgen	163
4.10.3 AKF-Eigenschaft und Leistungsspektrum der PN-Folgen	164
4.10.4 Steuerung von Synchronisationsvorgängen mit PN-Folgen	167
4.10.5 Verwendung der PN- Codes zur Verbesserung des Spektralverhaltens von PCM- Formaten	168
4.10.6 Spread Spectrum-Technik	168

5	Funktechnische Bahnvermessung	170
5.1	Ranging	170
5.1.1	Ranging mit Frequenzkombinationen (Tone-Ranging)	174
5.1.2	Frequenzwobbelung	175
5.1.3	PN-Ranging	176
5.1.4	BINOR-Codes	177
5.2	Dopplermessung	178
5.2.1	Erdsatelliten	180
5.2.2	Zweiweg-Dopplermessung	181
5.2.3	Zweifrequenz-Dopplermessung	182
5.2.4	Raumsonden	183
5.3	Interferometer	184
5.4	Navigationssatelliten	188
6	Wellenausbreitung	190
6.1	Brechungsindex	190
6.2	Neutralgasatmosphäre: Signalverzögerung	193
6.3	Ionosphäre	193
6.3.1	Phasen- und Gruppengeschwindigkeit	194
6.3.2	Phasenwegverkürzung	195
6.3.3	Gruppenwegverlängerung	196
6.3.4	Brechung	197
6.3.5	Dopplereffekt	197
6.3.6	Szintillationen	197
6.3.7	Magnetfeldeinfluß	198
6.3.8	Der Faraday-Effekt	199
7	Anhang	201
7.1	Pegeplan	201
7.2	Dynamisches Verhalten des PLL	205
7.2.1	Phasenfehler	208
7.2.2	Fangbereich	210
7.3	Codemultiplex	212
7.3.1	PN-Spreizung	213
7.3.2	Frequenzspringen	214
7.4	Großflächige Parabolantennen	214
	Literaturverzeichnis	216
	Sachverzeichnis	219