

Inhalt Analogrechner / Bernd Ulmann

Oldenbourg Verlag

| | |
|--|-----------|
| Überblick | 1 |
| Der Begriff des Analogrechnens | 2 |
| Mechanische Analogrechner | 13 |
| Rechenschieber | 14 |
| Planimeter | 21 |
| Weitere Entwicklungen | 23 |
| Mechanische Rechenelemente | 25 |
| Funktionen einer Veränderlichen | 26 |
| Funktionen zweier Veränderlicher | 26 |
| Differentialgetriebe | 28 |
| Integrierer | 30 |
| Gezeitenrechner " " | 35 |
| Harmonische Synthesizer | 39 |
| Mechanische Feuerleitrechner | 41 |
| Mechanische Differentialanalysatoren | 44 |
| Elektromechanische Differentialanalysatoren | 49 |
| Spezialrechner | 53 |
| Die ersten elektronischen Analogrechner | 55 |
| Feuerleitrechner | 55 |
| Der Feuerleitrechner T-IQ | 56 |
| Der Feuerleitrechner T-15 | 65 |
| Weitere Entwicklungen | 67 |
| HELMUT HOELZERS Arbeiten | 68 |
| Das „Mischgerät“ | 68 |
| HELMUT HOELZERS Analogrechner | 82 |

| | | |
|--------------|---|------------|
| 4 | Grundlegende Rechenelemente | 91 |
| 4.1 | Koeffizientenpotentiometer | 92 |
| 4.2 | Der idealisierte Operationsverstärker..... | 92 |
| 4.3 | Summierer | 95 |
| 4.3.1 | Offene Verstärker | 97 |
| 4.4 | Integrierer..... | 97 |
| 4.4.1 | Betriebsarten..... | 99 |
| 4.4.1.1 | Pause | 100 |
| 4.4.1.2 | Rechnen | 101 |
| 4.4.1.3 | Halt | 101 |
| 4.4.2 | Integrierer als Speicher | 102 |
| 4.5 | Funktionsgeber | 103 |
| 4.5.1 | Die Bildung inverser Funktionen | 103 |
| 4.6 | Multiplizierer | 104 |
| 4.6.1 | Division und Wurzeln | 105 |
| 4.7 | Komparatoren | 107 |
| 4.8 | Koordinatenwandler | 108 |
| 4.9 | Totzeitglieder | 109 |
| 4.10 | Rauschgeneratoren | 110 |
| 4.11 | Ausgabegeräte | 111 |
| 4.12 | Bedienung des Analogrechners | 112 |
| 4.12.1 | Das Programmierfeld | 112 |
| 4.12.2 | Betriebsarten | 114 |
| 4.12.2.1 | Null | 115 |
| 4.12.2.2 | Potentiometereinstellung | 116 |
| 4.12.2.3 | Statischer Test | 117 |
| 4.12.2.4 | Dynamischer Test | 118 |
| 4.12.2.5 | Zeitskalierungstest | 119 |
| 4.12.2.6 | Pause | 119 |
| 4.12.2.7 | Rechnen | 120 |
| 4.12.2.8 | Halt | 120 |
| 4.12.2.9 | Rechnen mit Halt | 120 |
| 4.12.2.10 | Repetierendes Rechnen | 121 |
| 4.12.2.11 | Iterierendes Rechnen | 121 |
| 4.12.3 | Zeitgeber | 121 |
| 4.12.4 | Durchführen einer Rechnung | 122 |
| 5 | Programmierung | 125 |
| 5.1 | Aufstellen von Rechenplänen | 125 |
| 5.1.1 | Vollständige Rückführung | 127 |
| | Schrittweise Rückführung | 129 |
| | Partielle Differentialgleichungen..... | 132 |
| | Differenzenquotientenmethode | 133 |
| | Trennung der Veränderlichen | 135 |
| | Integralgleichungen | 140 |
| | Normierung und Zeitskalierung | 142 |
| | Beispiele | 145 |
| | $y = \text{asin}(wt)$ und Gleitfrequenz | 146 |
| | Aufstellen des Rechenplans und Normierung | 146 |
| 5.112 | Durchführen der Rechnung | 147 |

| | | |
|----------|---|------------|
| | Gleitfrequenz | 149 |
| | Masse-Feder-Dämpfer-System | 152 |
| | Aufstellen des Rechenplans ' | 153 |
| | Durchführen einer qualitativen Rechnung " | 155 |
| | Nomierung | 157 |
| | Statischer Test | 158 |
| | Räuber /Beute-System | 159 |
| | Aufstellen des Rechenplans | 160 |
| 5.1.12 | Durchführen der Rechnung | 162 |
| | Springender Ball in einer Kiste | 164 |
| | Aufstellen des Rechenplans | 165 |
| | Durchführen der Rechnung | 169 |
| | Simulation einer Automobilfederung | 171 |
| | Aufstellen des Rechenplans | 172 |
| | Durchführen der Rechnung | 173 |
| | Projektion rotierender Körper | 175 |
| | Aufstellen des Rechenplans | 175 |
| | Durchführen der Rechnung | 179 |
| 6 | Systembeispiele | 181 |
| 6.1 | Telefunken RA 1 | 181 |
| | EAI 231-R | 185 |
| | Telefunken RAT 700 | 189 |
| | Telefunken RA 800 und RA 800H | 194 |
| | EAI TR-10 | 197 |
| | Telefunken RA 770 | 201 |
| | Telefunken RA 742 | 203 |
| | Normier DO-80 | 205 |
| | Hybridrechner | 209 |
| | Systeme | 209 |
| | Programmierung hybrider Rechenanlagen | 217 |
| 8 | Digitale Differentialanalysatoren | 221 |
| 8.1 | Grundlegende Rechenelemente | 222 |
| 8.1.1 | Integrierer | 222 |
| 8.1.2 | Servo | 226 |
| 8.1.3 | Summierer | 229 |
| 8.2 | Rechenbeispiele | 229 |
| 8.3 | Schwierigkeiten | 232 |
| 8.4 | Beispielimplementationen | 233 |
| 8.4.1 | MADDIDA | 234 |
| 8.4.2 | Bendix D-12 | 235 |
| 8.4.3 | TRICE | 242 |
| 9 | Simulation von Analogrechnern | 245 |
| 9.1 | Grundlagen | 245 |
| 9.2 | CSMP | 249 |
| 9.3 | Weitere Verfahren | 253 |
| 9.4 | Spezifische Probleme | 256 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 10 | Anwendungsgebiete | 259 |
| 10.1 | Mathematik | 259 |
| 10.1.1 | Differentialgleichungen | 259 |
| 10.1.1.1 | Lineare gewöhnliche Differentialgleichungen | 260 |
| 10.1.1.2 | Nichtlineare Differentialgleichungen | 261 |
| 10.1.1.3 | Randwertprobleme | 261 |
| 10.1.1.4 | Partielle Differentialgleichungen | 262 |
| 10.1.2 | Integrale und Integralgleichungen | 263 |
| 10.1.3 | Nullstellenbestimmung | 263 |
| 10.1.4 | Orthogonalfunktionen | 264 |
| 10.1.5 | Konforme Abbildungen | 265 |
| 10.1.5.1 | Umströmung eines Joukowski-Profiles | 266 |
| 10.1.6 | Lineare Algebra | 269 |
| 10.1.6.1 | Lineare Gleichungssysteme | 271 |
| 10.1.6.2 | Eigenvektoren und Eigenwerte | 272 |
| 10.1.7 | Fouriersynthese und -analyse | 273 |
| 10.1.8 | Stochastik und Statistik | 274 |
| 10.1.9 | Monte-Carlo-Verfahren | 275 |
| 10.1.10 | Optimierungsprobleme | 275 |
| 10.1.11 | Mehrdimensionale Darstellungen | 278 |
| 10.2 | Physik | 279 |
| 10.2.1 | Planetenbahnen | 279 |
| 10.2.2 | Teilchenbahnen und Strahloptik | 280 |
| 10.2.3 | Optik | 283 |
| | Wärmeleitung und verwandte Fragestellungen | 283 |
| | Halbleiterphysik | 288 |
| | Ferromagnetische Dünnschichten | 290 |
| | Chemie | 290 |
| | Reaktionskinetik | 291 |
| | Quantenchemie | 293 |
| | Mechanik und Maschinenbau | 295 |
| | Schwingungen und Vibrationen | 295 |
| | Stoßdämpferentwicklung | 296 |
| | Erdbebensimulation | 296 |
| | Rotierende Systeme | 299 |
| | Lager | 299 |
| | Kompressoren | 300 |
| | Kurbeltriebe | 300 |
| | Materialwissenschaft | 301 |
| | Nicht destruktives Testen | 301 |
| | Plastomechanik | 301 |
| | Pneumatik und Hydraulik | 302 |
| | Steuerung von Werkzeugmaschinen | 306 |
| | Servosysteme | 307 |
| | Kerntechnik | 308 |
| | Forschung | 308 |
| | Training | 309 |
| | Steuerung | 311 |
| | Biologie und Medizin | 312 |
| | Ökosysteme und Populationsdynamik | 313 |
| | Stoehseluntersuchungen | 314 |
| | Kardiovaskulärsysteme | 315 |
| | CO ₂ -Regulation | 317 |
| | Pupillenregelung | 317 |

| | |
|--|------------|
| Xeurophysiologie | 319 |
| Epidemiologie | 320 |
| Luft- und Raumfahrtmedizin | 323 |
| Bewegungsapparate | 324 |
| Geologie und Meereskunde | 324 |
| Bodenschätze | 325 |
| Seismologie | 328 |
| Ausbreitung von Schallwellen | 329 |
| Wirtschaftswissenschaften | 330 |
| Energietechnik | 333 |
| Generatoren | 333 |
| Transformatoren..... | 334 |
| 10.9.3 Wechselrichter und Gleichrichtersysteme | 334 |
| 10.9.4 Übertragungsleitungen | 336 |
| 10.9.5 Elektrische Versorgungsnetze | 336 |
| 10.9.5.1 Netzsimulation | 336 |
| 10.9.5.2 Frequenzsteuerung, Netzsynchronisation und Verbundnetzregelung | 339 |
| 10.9.6 Betrieb von Kraftwerken | 340 |
| 10.10 Elektronik und Nachrichtentechnik | 341 |
| 10.10.1 Schaltungssimulation | 341 |
| 10.10.2 Spektralanalyse, Frequenzgangbestimmung und Resonanzuntersuchungen | 344 |
| 10.10.3 Filterentwurf | 344 |
| 10.10.4 Modulatoren und Demulatoren | 345 |
| 10.11 Mess-, Steuer- und Regeltechnik | 346 |
| 10.11.1 Datenerfassung und -verarbeitung | 346 |
| 10.11.2 Korrelationsanalyse | 347 |
| 10.11.3 Regelkreise | 347 |
| 10.11.3.1 Servosysteme | 348 |
| 10.11.3.2 Abtastsysteme | 349 |
| 10.11.3.3 Dedizierte Rechner in Regelanwendungen | 349 |
| 10.12 Verfahrenstechnik | 350 |
| 10.12.1 Misch tanks, Wärmetauscher, Verdampfer, Kolonnen. | 353 |
| 10.12.2 Prozesssimulation | 356 |
| 10.12.3 Adaptive Regelungen | 357 |
| 10.12.4 Parameterbestimmung und -optimierung | 357 |
| 10.12.4.1 Nichtlineare Regelkreise | 358 |
| 10.13 Verkehrssysteme | 359 |
| 10.13.1 Automobiltechnik | 359 |
| 10.13.1.1 Rundlaufprüfung von Rädern | 359 |
| 10.13.1.2 Federungs- und Stoßdämpfersysteme | 360 |
| 10.13.1.3 Lenksysteme | 361 |
| 10.13.1.4 Getriebeentwicklung | 362 |
| 10.13.1.5 Verkehrsflussimulation | 365 |
| 10.13.2 Schienenfahrzeuge | 365 |
| 10.13.2.1 Dynamisches Verhalten von Schienenfahrzeugen | 365 |
| 10.13.2.2 Der Ablaufberg | 367 |
| 10.13.2.3 Triebwagensimulation | 367 |
| 10.13.3 Luftkissenfahrzeuge und Magnetschwebbahnen | 367 |
| 10.13.4 Schiffahrtstechnik | 368 |
| 10.13.4.1 Bootsbewegungen und Bootsstabilisation | 368 |
| 10.13.4.2 Antriebstechnik | 369 |
| 10.13.4.3 Schiffssimulatoren | 369 |
| 10.13.4.4 Torpedosimulation | 370 |

| | |
|--|------------|
| Luftfahrttechnik | 371 |
| Flugtische | 372 |
| Fahrgestelle | 374 |
| Fangseilssysteme | 376 |
| Triebwerksentwicklung | 377 |
| Hubschrauberrotoren | 377 |
| Flugleitsysteme | 378 |
| Flugsimulation | 378 |
| Bilderzeugung | 391 |
| In-flight-Simulationen | 393 |
| Raketentechnik | 396 |
| Raketentriebwerke | 396 |
| Flugverhalten | 398 |
| Raketensteuerung | 399 |
| Nike | 399 |
| Polaris | 403 |
| Raumfahrttechnik | 405 |
| Trägerraketen und Startfenster | 406 |
| Umlaufbahnberechnungen und Steuermanöver | 407 |
| Rendezvousmanöver | 410 |
| Mercury, Gemini und Apollo | 412 |
| Militärische Anwendungen | 415 |
| Ausbildung und Lehre | 416 |
| Kunst, Musik und Unterhaltung | 417 |
| Kunst | 417 |
| Musik | 421 |
| Unterhaltung | 422 |
| Analogrechenzentren | 425 |
| Zukunft und Chancen | 429 |
| Niedergang des Analogrechnens | 429 |
| Zukunft des Analogrechnens | 432 |