

# Contenido



SISTEMAS  
DR. REGATARIO ANDRADE LARREA

<i>Prefacio</i>	ix
<b>1 Lenguaje de las Mediciones Eléctricas</b>	<b>1</b>
Carga, Voltaje y Corriente	1
Unidades Eléctricas	6
Ondas Senoidales, Frecuencia y Fase	7
Valor Promedio y Valor Cuadrático Medio (RMS)	9
Lenguaje de los Sistemas Digitales de Medición	13
Problemas	24
Referencias	28
<b>2 Datos y Errores Experimentales</b>	<b>29</b>
Registro e Informe de las Mediciones	30
Presentación Gráfica de Datos	31
Precisión y Exactitud	34
Resolución y Sensibilidad	35
Errores en la Medición	38
Evaluación Estadística de Datos y Errores de Medición	40
El Decibel	43
Problemas	45
Referencias	46

<b>3</b>	<b><i>Prácticas de Laboratorio Eléctrico</i></b>	<b>47</b>
	Seguridad	48
	Conexiones a Tierra	53
	Dispositivos de Protección de Circuitos	60
	Cables, Conectores, Interruptores y Relevadores	65
	Impedancia de Entrada, de Salida y Carga	80
	Transferencia de Potencia e Igualación de Impedancia	83
	Problemas	86
	Referencias	86
<b>4</b>	<b><i>Medidores Analógicos de CA y CD</i></b>	<b>88</b>
	Movimiento de los Medidores Electromecánicos	89
	Ampérmetros Analógicos de CD	95
	Vóltmetros Analógicos de CD	99
	Ampérmetros y Vóltmetros Analógicos para CA	104
	Multímetros Analógicos	111
	Medidores Analógicos de Aplicación Especial	113
	Cómo Emplear los Medidores Básicos	116
	Errores de Medidores	117
	Problemas	118
	Referencias	120
<b>5</b>	<b><i>Medidores Electrónicos Digitales</i></b>	<b>121</b>
	Convertidores Digitales a Analógicos	123
	Convertidores Analógicos a Digitales	129
	Conteo y Codificación Digital	137
	Dispositivos de Despliegue	139
	Vóltmetros Digitales	142
	Multímetros Digitales	145
	Problemas	146
	Referencias	147
<b>6</b>	<b><i>El Osciloscopio</i></b>	<b>148</b>
	Subsistemas del Osciloscopio	150
	Subsistema de Despliegue (Tubo de Rayos Catódicos)	152
	Subsistema de Deflexión Vertical	156
	Función de Doble Trazo	162
	Subsistema de Deflexión Horizontal	163
	Puntas de Prueba del Osciloscopio	172
	Controles del Osciloscopio	178
	Cómo Operar un Osciloscopio	183
	Fotografía de Osciloscopio	202

Osciloscopios de Aplicaciones Especiales	204
Despliegue Gráfico de Dispositivos con Tres Terminales/El Trazador de Curvas	212
Problemas	224
Referencias	226
<b>7 Potenciómetros y Registradores</b>	<b>227</b>
Potenciómetros	228
Registradores	233
Registradores Interpretables por Máquina	241
Problemas	247
Referencias	248
<b>8 Mediciones de Tiempo y Frecuencia</b>	<b>249</b>
Mediciones de Tiempo	250
Mediciones de Frecuencia	252
Análisis Armónico y Analizadores de Espectro	259
Problemas	264
Referencias	264
<b>9 Mediciones de Potencia y de Energía</b>	<b>265</b>
Potencia en Circuitos de CA	267
Mediciones de Potencia Monofásica	271
Potencia Polifásica y Mediciones	276
Mediciones de Energía Eléctrica	282
Mediciones de Potencia a Frecuencias Mayores	284
Problemas	287
Referencias	287
<b>10 Resistores y Medición de la Resistencia</b>	<b>288</b>
Resistencias y Resistores	288
Tipos de Resistencias	289
Código de Colores de las Resistencias	292
Medición de Resistencia	295
Puentes de Wheatstone	302
Mediciones con Puente de Wheatstone "Balanceado"	308
Mediciones de Resistencia de Bajo Valor	309
Problemas	312
Referencias	314
<b>11 Medición de Capacitancia, Inductancia e Impedancia</b>	<b>315</b>

Capacitancia y Capacitores	315
Modelos y Pérdidas de Circuitos de Capacitores	319
Tipos de Capacitores	322
Código de Colores para Capacitores	328
Inductores e Inductancia	328
Estructuras de Inductores	331
Transformadores	333
Impedancia	337
Mediciones de Capacitancia e Inductancia	338
Mediciones de Impedancia Compleja	348
Problemas	350
Referencias	353
<b>12 Fuentes de Señal de CD</b>	<b>354</b>
Baterías	355
Fuentes de Poder de CD	366
Problemas	375
Referencias	376
<b>13 Fuentes de Señal de CA</b>	<b>377</b>
Osciladores	378
Generadores de Frecuencia de Barrido	384
Generadores de Pulsos	387
Generadores de Funciones	392
Problemas	395
Referencias	395
<b>14 Transductores Eléctricos</b>	<b>396</b>
Galgas Extensométricas	400
Transformador Diferencial Variable Lineal	407
Transductores de Propiedades de Fluido (Presión y Velocidad de Flujo)	414
Transductores de Temperatura	418
Transductores de Luz y Radiación	433
Problemas	448
Referencias	449
<b>15 Amplificadores Electrónicos</b>	<b>450</b>
Propiedades Generales de los Amplificadores	451
Amplificadores Diferenciales	457
Amplificadores Operacionales	463
Amplificadores de Instrumentación	474

Problemas	481	
Referencias	481	
<b>16</b>	<b><i>Señales de Interferencia y su Eliminación o Reducción</i></b>	<b>483</b>
Interferencia Capacitiva (Acoplada Eléctricamente)	484	
Interferencia Inductiva y Blindaje	488	
Interferencia Electromagnética y Blindaje	491	
Interferencia Acoplada Conductivamente	493	
Interferencia del Circuito a Tierra (Modo Común)	495	
Guardas de Entrada para Reducir Interferencia de Circuito a Tierra	503	
Ruido Interno	509	
Problemas	512	
Referencias	514	
<b>17</b>	<b><i>Introducción a los Sistemas de Instrumentación</i></b>	<b>515</b>
Sistemas Analógicos	516	
Diversos Aspectos de Acondicionamiento Analógico de Señal	518	
Transmisión de Señal Analógica	520	
Sistemas Analógicos a Digitales	526	
Circuitos de Muestreo y Retención	528	
Multiplexores	532	
Configuraciones de Sistemas de Adquisición de Datos Analógico a Digital	534	
Problemas	541	
Referencias	541	
<b>18</b>	<b><i>Transmisión de Datos en Sistemas de Instrumentos Digitales/Estándares IEEE-488, CAMAC y RS/232C</i></b>	<b>543</b>
Lenguaje de Transmisión de Datos Digitales	544	
Interfase Decimal en Codificación Binaria	548	
Bus IEEE-488	550	
Interfase CAMAC	558	
Interfase Asíncrona en Serie	560	
Monitores de Línea de Datos (Analizadores de Comunicaciones de Datos)	563	
Estándar RS-232C	566	
Circuito de Corriente de 20 mA	571	
Receptores-Transmisores Universales Asíncronos	572	
Subsistemas de Interfase Preensamblados	573	

Transmisión de Datos a Larga Distancia (Modems) 574

Problemas 576

Referencias 577

Indice

578

376  
 377  
 378  
 379  
 380  
 381  
 382  
 383  
 384  
 385  
 386  
 387  
 388  
 389  
 390  
 391  
 392  
 393  
 394  
 395  
 396  
 397  
 398  
 399  
 400  
 401  
 402  
 403  
 404  
 405  
 406  
 407  
 408  
 409  
 410  
 411  
 412  
 413  
 414  
 415  
 416  
 417  
 418  
 419  
 420  
 421  
 422  
 423  
 424  
 425  
 426  
 427  
 428  
 429  
 430  
 431  
 432  
 433  
 434  
 435  
 436  
 437  
 438  
 439  
 440  
 441  
 442  
 443  
 444  
 445  
 446  
 447  
 448  
 449  
 450  
 451  
 452  
 453  
 454  
 455  
 456  
 457  
 458  
 459  
 460  
 461  
 462  
 463  
 464  
 465  
 466  
 467  
 468  
 469  
 470  
 471  
 472  
 473  
 474  
 475  
 476  
 477  
 478  
 479  
 480  
 481  
 482  
 483  
 484  
 485  
 486  
 487  
 488  
 489  
 490  
 491  
 492  
 493  
 494  
 495  
 496  
 497  
 498  
 499  
 500  
 501  
 502  
 503  
 504  
 505  
 506  
 507  
 508  
 509  
 510  
 511  
 512  
 513  
 514  
 515  
 516  
 517  
 518  
 519  
 520  
 521  
 522  
 523  
 524  
 525  
 526  
 527  
 528  
 529  
 530  
 531  
 532  
 533  
 534  
 535  
 536  
 537  
 538  
 539  
 540  
 541  
 542  
 543  
 544  
 545  
 546  
 547  
 548  
 549  
 550  
 551  
 552  
 553  
 554  
 555  
 556  
 557  
 558  
 559  
 560  
 561  
 562  
 563  
 564  
 565  
 566  
 567  
 568  
 569  
 570  
 571  
 572  
 573  
 574  
 575  
 576  
 577  
 578  
 579  
 580  
 581  
 582  
 583  
 584  
 585  
 586  
 587  
 588  
 589  
 590  
 591  
 592  
 593  
 594  
 595  
 596  
 597  
 598  
 599  
 600  
 601  
 602  
 603  
 604  
 605  
 606  
 607  
 608  
 609  
 610  
 611  
 612  
 613  
 614  
 615  
 616  
 617  
 618  
 619  
 620  
 621  
 622  
 623  
 624  
 625  
 626  
 627  
 628  
 629  
 630  
 631  
 632  
 633  
 634  
 635  
 636  
 637  
 638  
 639  
 640  
 641  
 642  
 643  
 644  
 645  
 646  
 647  
 648  
 649  
 650  
 651  
 652  
 653  
 654  
 655  
 656  
 657  
 658  
 659  
 660  
 661  
 662  
 663  
 664  
 665  
 666  
 667  
 668  
 669  
 670  
 671  
 672  
 673  
 674  
 675  
 676  
 677  
 678  
 679  
 680  
 681  
 682  
 683  
 684  
 685  
 686  
 687  
 688  
 689  
 690  
 691  
 692  
 693  
 694  
 695  
 696  
 697  
 698  
 699  
 700  
 701  
 702  
 703  
 704  
 705  
 706  
 707  
 708  
 709  
 710  
 711  
 712  
 713  
 714  
 715  
 716  
 717  
 718  
 719  
 720  
 721  
 722  
 723  
 724  
 725  
 726  
 727  
 728  
 729  
 730  
 731  
 732  
 733  
 734  
 735  
 736  
 737  
 738  
 739  
 740  
 741  
 742  
 743  
 744  
 745  
 746  
 747  
 748  
 749  
 750  
 751  
 752  
 753  
 754  
 755  
 756  
 757  
 758  
 759  
 760  
 761  
 762  
 763  
 764  
 765  
 766  
 767  
 768  
 769  
 770  
 771  
 772  
 773  
 774  
 775  
 776  
 777  
 778  
 779  
 780  
 781  
 782  
 783  
 784  
 785  
 786  
 787  
 788  
 789  
 790  
 791  
 792  
 793  
 794  
 795  
 796  
 797  
 798  
 799  
 800  
 801  
 802  
 803  
 804  
 805  
 806  
 807  
 808  
 809  
 810  
 811  
 812  
 813  
 814  
 815  
 816  
 817  
 818  
 819  
 820  
 821  
 822  
 823  
 824  
 825  
 826  
 827  
 828  
 829  
 830  
 831  
 832  
 833  
 834  
 835  
 836  
 837  
 838  
 839  
 840  
 841  
 842  
 843  
 844  
 845  
 846  
 847  
 848  
 849  
 850  
 851  
 852  
 853  
 854  
 855  
 856  
 857  
 858  
 859  
 860  
 861  
 862  
 863  
 864  
 865  
 866  
 867  
 868  
 869  
 870  
 871  
 872  
 873  
 874  
 875  
 876  
 877  
 878  
 879  
 880  
 881  
 882  
 883  
 884  
 885  
 886  
 887  
 888  
 889  
 890  
 891  
 892  
 893  
 894  
 895  
 896  
 897  
 898  
 899  
 900  
 901  
 902  
 903  
 904  
 905  
 906  
 907  
 908  
 909  
 910  
 911  
 912  
 913  
 914  
 915  
 916  
 917  
 918  
 919  
 920  
 921  
 922  
 923  
 924  
 925  
 926  
 927  
 928  
 929  
 930  
 931  
 932  
 933  
 934  
 935  
 936  
 937  
 938  
 939  
 940  
 941  
 942  
 943  
 944  
 945  
 946  
 947  
 948  
 949  
 950  
 951  
 952  
 953  
 954  
 955  
 956  
 957  
 958  
 959  
 960  
 961  
 962  
 963  
 964  
 965  
 966  
 967  
 968  
 969  
 970  
 971  
 972  
 973  
 974  
 975  
 976  
 977  
 978  
 979  
 980  
 981  
 982  
 983  
 984  
 985  
 986  
 987  
 988  
 989  
 990  
 991  
 992  
 993  
 994  
 995  
 996  
 997  
 998  
 999  
 1000