

Rangkaian Listrik



GRAHA ILMU

Rangkaian Listrik

Pujiono

ANALISIS RANGKAIAN

Oleh: Pujiono

Edisi Pertama

Cetakan Pertama, 2013

Hak Cipta © 2013 pada penulis,

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun, secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.



GRAHA ILMU

Ruko Jambusari No. 7A

Yogyakarta 55283

Telp. : 0274-889836; 0274-889398

Fax. : 0274-889057

E-mail : info@grahailmu.co.id

Pujiono

ANALISIS RANGKAIAN/Pujiono

- Edisi Pertama - Yogyakarta; Graha Ilmu, 2013

xvi + 440, 1 Jil. : 26 cm.

ISBN: 978-979-756-896-2

1. Teknik

I. Judul

KATA PENGANTAR

Mata kuliah Rangkaian listrik adalah kuliah wajib pada tahap awal dalam bidang teknik elektro karena merupakan tahap awal cara analisa rangkaian. Prasyarat dari kuliah rangkaian listrik adalah matematika terutama matriks, kalkulus dan trigonometri. Mata kuliah rangkaian listrik meliputi analisa rangkaian DC dan beberapa metode analisa rangkaian, gejala peralihan (transient) untuk sistem orde satu (rangkaian R-L dan R-C) dan sistem orde 2 (rangkaian RLC parallel dan seri) termasuk respons alami (natural response) dan respons keadaan tunak (steady state response), fungsi sinusoida yaitu analisa rangkaian AC serta penerapan beberapa metode analisa rangkaian pada daerah frekuensi, fasor, daya pada rangkaian AC, frekuensi kompleks (frekuensi dalam bidang s) yaitu gabungan DC dan AC termasuk mencari pole-zero, respons natural dan respons steady state, rangkaian resonansi, transformator dan jaringan dua titik singgah (two port network). Pada buku ini tidak dimasukkan materi analisa Fourier dan transformasi Laplace karena masuk materi sistem linear dan analisa sinyal. Pada buku rangkaian listrik ini disertai banyak contoh soal dan latihan soal. Buku rangkaian listrik ini merupakan bahan kuliah yang penulis ajarkan pada bidang teknik elektro baik untuk program diploma maupun sarjana di ITS. Buku ini diharapkan dapat membantu mahasiswa jurusan teknik elektro dalam mempelajari rangkaian listrik dan langkah awal memasuki bidang teknik elektro. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman sejawat dosen yang juga membina dan mengajar rangkaian listrik atas saran dan tambahan materi dan kritiknya yaitu kepada Ir. Totok Mujiono, Mikom. (selaku KaLab. Elektronika dan Rangkaian Listrik), Ir. Hendra Kusuma, MEngSc., Dr. Tri Arief Sardjono, ST., MT., (selaku Kajur Teknik Elektro-ITS periode 2011-2015) dan Ir. Tasripan, MT. (selaku Korbis Elektronika). Kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan buku ini akan penulis terima dengan senang.

Penulis,

Pujiono

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
BAB I DEFINISI DAN SATUAN DALAM BIDANG LISTRIK	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Sistem-sistem satuan	1
1.3 Satuan Muatan	3
1.4 Arus, Tegangan, dan Daya (Tenaga)	3
1.5 Jenis Rangkaian dan Elemen Rangkaian	6
Ringkasan	10
Latihan Soal	11
BAB II HUKUM DASAR DAN RANGKAIAN DASAR DALAM LISTRIK	13
2.1 Pendahuluan	13
2.2 Hukum Ohm	13
2.3 Hukum Kirchoff	14
2.4 Analisa Rangkaian Loop Tunggal	16
2.5 Analisa Rangkaian Sepasang (Dua) Simpul (Node)	19
2.6 Kombinasi Resistor Dan Sumber	25
2.7 Rangkaian pembagi tegangan	30
2.8 Rangkaian pembagi arus	32
2.9 Transformasi Y ke Δ (Transformasi T ke Π)	34
Ringkasan	37
BAB III TEKNIK ANALISA RANGKAIAN	47
3.1 Pendahuluan	47
3.2 Analisa Node (simpul)	47
3.3 Analisa Mesh (Analisa Loop)	59
3.4 Teknik Superposisi	68

3.5	Transfer Daya Maksimum	75
3.6	Transformasi Sumber	76
3.7	Metode Theorema Thevenin	77
3.8	Metode Theorema Norton	79
3.9	Teorema Thevenin dan Norton pada rangkaian adanya sumber bebas dan tak bebas	82
3.10	Teorema Thevenin dan Norton pada rangkaian tanpa sumber bebas	95
	Ringkasan	97
BAB IV	KOMPONEN PENYIMPAN ENERGI (INDUKTOR DAN KAPASITOR)	107
4.1	Induktor	107
4.2	Kapasitor	109
4.3	Kombinasi Induktor dan Kombinasi Kapasitor	110
	Ringkasan	113
	Latihan Soal	114
BAB V	RANGKAIAN R L DAN R C TANPA SUMBER (RANGKAIAN ORDE 1)	117
5.1	Pendahuluan	117
5.2	Rangkaian RL sederhana	118
5.3	Sifat Respons eksponensial (Respons alami)	121
5.4	Rangkaian R-L yang lebih umum	122
5.5	Rangkaian R-C sederhana	126
5.6	Rangkaian R-C yang lebih umum	129
	Ringkasan	147
BAB VI	FUNGSI PEMAKSA TANGGA SATUAN (<i>UNIT-STEP FORCING FUNCTION</i>)	153
6.1	Pendahuluan	153
6.2	Fungsi Pemaksa Tangga Satuan (<i>Unit-Step Function</i>)	153
6.3	Rangkaian RL yang digerakkan fungsi tangga satuan	158
6.4	Respons Alami dan Respons Paksaan (<i>Natural Response and Force Response</i>)	160
6.5	Rangkaian RL	161
6.6	Rangkaian RC	164
6.7	Langkah-langkah mencari respons lengkap fungsi orde-1	167
	Ringkasan	199
	Latihan Soal	200
BAB VII	RANGKAIAN R L C (RANGKAIAN ORDE-2)	203
7.1	Pendahuluan	203
7.2	Rangkaian RLC parallel tanpa sumber	204
7.3	Rangkaian RLC parallel terlalu redam (<i>overdamped</i>)	207
7.4	Rangkaian RLC parallel redaman kritis (<i>critically damped</i>)	209
7.5	Rangkaian R L C parallel kurang redam (<i>underdamped</i>)	212
7.6	Perbandingan respons rangkaian RLC parallel	214

7.7 Rangkaian RLC seri tanpa sumber	215
7.8 Respons Lengkap Rangkaian RLC	219
Ringkasan	236
BAB VIII FUNGSI SINUSOIDA	243
8.1 Pendahuluan	243
8.2 Response Fungsi Sinusoida terhadap R , L , C	255
Ringkasan	259
BAB IX KONSEP PHASOR	263
9.1 Pendahuluan	263
9.2 Fungsi Pemaksa (Forcing Function) Kompleks	263
9.3 Phasor	268
9.4 Hubungan Phasor Untuk R, L, C	271
9.5 Impedansi	277
9.6 Admitansi	281
Ringkasan	283
BAB X TANGGAPAN KEADAAN-TETAP SINUSOIDA (THE SINUSOIDA STEADY-STATE RESPONSE)	287
10.1 Pendahuluan	287
10.2 Analisa Node dan Loop, Mesh	287
10.3 Superposisi, Theorema Thevenin dan Theorema Norton	290
10.4 Diagram Phasor	292
10.5 Respons sebagai fungsi .	295
Ringkasan	303
BAB XI DAYA RATA-RATA DAN NILAI RMS (AVERAGE POWER AND RMS VALUES)	309
11.1 Pendahuluan	309
11.2 Daya sesaat	309
11.3 Daya Rata-rata	311
11.4 Nilai efektif dari arus dan tegangan	317
11.5 Daya Tampak (<i>Apparent Power</i>) dan Faktor Daya (<i>Power Factor</i>)	320
11.6 Daya Kompleks	324
11.7 Transfer daya rata-rata maksimum	328
Ringkasan	330
Bab XII FREKUENSI KOMPLEKS	337
12.2 Frekuensi Kompleks	338
12.3 Fungsi Pemaksa Sinusoida Teredam	339
12.4 Impedansi Z(s) dan Admitansi Y(s)	341
12.5 Respons Frekuensi sebagai fungsi	346

12.6 Bidang Frekuensi Kompleks	352
12.7 Respons Alami dan Bidang s	360
Ringkasan	369
BAB XIII RESPONS FREKUENSI	369
13.1 Resonansi parallel	369
13.2 Faktor Kualitas (Q)	374
13.3 Respons Magnitudo tegangan vs frekuensi	375
13.4 Resonansi RLC Seri	377
13.5 Perubahan Seri ke parallel dan parallel ke seri	378
13.6 Penyaring Pasip (Passive Filter)	381
Ringkasan	386
BAB IV RANGKAIAN GANDENG SECARA MAGNETIK (TRANSFORMATOR)	391
14.1 Pendahuluan	391
14.2 Induktansi Bersama (Mutual Inductance)	392
14.3 Energi dalam Trafo	398
14.4 Transformator Linear	401
14.5 Transformator Ideal	403
Ringkasan	410
BAB XV RANGKAIAN DUA PORT (TWO-PORT NETWORK)	417
15.1 Pendahuluan	417
15.2 Rangkaian Satu Port (One-Port Network)	418
15.3 Parameter Admitansi (Admittance Parameters)	420
15.4 Beberapa rangkaian yang sama	422
15.5 Parameter Impedansi	428
15.6 Parameter Hybrid	430
Ringkasan	432
DAFTAR PUSTAKA	437
TENTANG PENULIS	439