

まえがき

電気・電子工学の技術や研究は、今日なお目覚ましく発展し続けており、その分野は多岐にわたっている。水力、火力、原子力、太陽光発電、およびそれらの送配電技術などの社会基盤形成をはじめとして、蛍光灯、白熱電球、LEDなどの照明器具、パソコンなどの情報処理装置、携帯電話、スマートフォンなどの通信装置、医療機器、さらにテレビ、DVD、エアコンなどの各種家電製品等々、電気技術によって生まれたさまざまなツールは、私たちの生活に欠かせないものとなっている。

本書は、これら電気技術の土台となる「電気回路」についてまとめられた理工系大学生対象の入門書である。電気回路学は、電気抵抗、インダクタ、キャパシタといった線形回路素子から構成された回路の動作特性を解析する学問分野である。回路の解析法を発展させれば、望ましい電気特性を得るための回路設計が可能となる。すべての電気・電子・情報通信機器類は適切に設計された電気回路によって動作しており、電気回路学は、電磁気学と並んで、電気系のエンジニアを目指す学生にとっては、習得必須の分野として位置付けられる。

電気回路で扱う電圧、電流、電子などは視認できない。したがって、電気回路の解析には数学的な手法が通常用いられる。本書では、数式の各所に空欄が設けられている。講義の受講時、あるいは予習・複習時にその空欄を自主的に埋めていくことを強く奨励する。電気系のエンジニアには、視認できないものをあたかも視認できるように取り扱う素養が求められており、数学は電気回路と「会話」するための道具・言葉として位置付けてほしい。回路動作の考察とともに、数式の扱いに慣れていくことを十分に意識しながら学習に臨んでいただきたい。

また、本書では一般の教科書・テキストなどに出現する「例題」を設けていない。本文中のProblemは単純な計算や式の変形など、比較的低い難易度に設定されており、自ら解き始めることが可能であると期待している。章末のExercisesは難易度が若干高く、Problemで取り組んだ経験を活かし、これも積極的に解き始めることを奨励する。ProblemおよびExerciseの後には一律若干のスペースが設けてある。このスペースに解法、要点などを書き込み、知識の積み上げを行い、電気回路の実際に触れていただきたい。本書を十分に使いこなせば、電気回路学の初歩が確実に身につくものと考えている。なお、コロナ社のwebペー

ジ[†]には、空欄部分の数式、および Problem と Exercise の解答が示されている。

本書は、主として直流回路、正弦波交流回路、過渡現象回路、二端子対回路網の4項目で構成されている。消化不良が生じないように、内容の豊富さよりは必要最低限の基礎項目に絞っての記述に努めた。電気系の学生は、一足飛びに「電気技術の利用、応用」を学ぶ立場にはない。基礎の充実は、自らが新しい分野を開拓していく際にも大きな力となりうるのである。

直流回路に関する記述には、通常の教科書・テキストに比べ、多くの紙面を割いた。高等学校の学習などで幾分かを理解している学生諸氏にとっては、進展が遅く感じられるかもしれない。直流回路解析法をしっかりと身につけることによって、交流回路解析が容易になるのは事実であり、時間をかけて確実に習得していただきたい。

交流回路解析では、微分・積分など、直流回路に比べて数学的な煩雑さが増してくる。 $\sin \omega t$ で表される実際の正弦波交流を $e^{i\omega t}$ という複素量に置き換えることによって、微分・積分を乗除算で行うことができ、交流回路は直流回路解析と同様な手法で評価可能となる。複素解析法は電気回路解析において有効なツールであり、これを身につければ、相互誘導回路、共振回路、三相回路解析もきわめて容易となる。本書の範囲外ではあるが、電気機器、情報通信工学においても複素解析法がベースとなっている。

過渡現象解析では、単エネルギー回路を中心とし、回路の時間応答計算およびラプラス変換による解法の二つについて記述した。この際、必要となる微分・積分方程式の解析は必要最低限に留め、工学的なイメージの形成に重点を置いた。

最終章では二端子対回路網についての簡単な説明を加えた。電気回路は信号やエネルギーの伝送に利用されることが多く、二端子対回路網の各種パラメータを学ぶことによって、伝送回路の基本事項を習得できるようにした。

本書が学生諸氏の電気回路に関する興味を喚起し、電気系のエンジニアとして巣立つ一助になれば著者らの幸いとするとところである。

なお、本書の執筆にあたり、今尾勝三氏、中田淳一氏、中村史郎氏、玉田雅宣氏、中山敬三氏から貴重な助言をいただいた。感謝を申し上げる。

2012年3月

著者代表 中野 人志

目 次

1 章 直流回路, 抵抗回路とオームの法則

1-1 電流と電荷	1	1-7-3 抵抗による電圧の分圧	8
1-2 電流の大きさ	2	1-7-4 抵抗の並列接続と分流	9
1-3 電位と電位差	3	1-8 電圧降下	12
1-4 電気抵抗	4	1-9 抵抗以外の電気回路素子	12
1-5 起電力と電気回路	5	1-9-1 インダクタ (コイル)	13
1-6 オームの法則	6	1-9-2 キャパシタ (コンデンサ)	13
1-7 抵抗の接続	7	1-9-3 その他の素子	13
1-7-1 抵抗の直列接続	7	Exercises	13
1-7-2 等価回路	8		

2 章 直 流 電 力

2-1 電 力	16	2-3 電 力 量	18
2-2 電流による発熱	17	Exercises	19

3 章 キルヒホッフの法則による回路解析

3-1 キルヒホッフの第1法則	20	3-4-1 クラメールの解法を用いた 2元1次連立方程式の解き方	23
3-2 キルヒホッフの第2法則	21	3-4-2 クラメールの解法を用いた 3元1次連立方程式の解き方	24
3-3 キルヒホッフの法則を用いた 回路解析の例	22	3-5 ホイートストーンブリッジ回路	25
3-4 クラメールの解法を用いた 回路方程式の解析	22	Exercises	26

4 章 直流回路における諸定理

4-1 電流源と電圧源	28	4-2 重ね合わせの理	29
-------------	----	-------------	----

4-3 テブナンの定理	31	Exercises	35
-------------	----	------------------	----

5章 交流回路

5-1 正弦波交流	37	5-3-2 キャパシタ	44
5-1-1 正弦波交流発生の原理	38	5-4 インダクタンスおよび キャパシタンス	45
5-1-2 正弦波交流の角速度	38	5-5 インダクタンスのみの交流回路	47
5-1-3 正弦波交流の角周波数	39	5-6 キャパシタンスのみの交流回路	48
5-1-4 正弦波交流の表記方法	39	5-7 電気抵抗のみの交流回路	49
5-1-5 正弦波交流の平均値	40	5-8 実際の交流回路	49
5-1-6 正弦波交流の実効値	41	5-8-1 $R-L$ 直列回路	49
5-1-7 正弦波交流の位相と位相差	42	5-8-2 $R-C$ 並列回路	51
5-2 交流におけるオームの法則と キルヒホッフの法則	43	Exercises	52
5-3 回路素子	43		
5-3-1 インダクタ	44		

6章 正弦波交流のフェーザー表示

6-1 フェーザー表示	54	6-3-3 インダクタンス	62
6-1-1 フェーザー表示と複素数	54	6-3-4 インピーダンス	63
6-1-2 フェーザー表示された正弦波の 微分・積分	57	6-4 各種回路のインピーダンスと フェーザー図	64
6-2 複素数の四則演算	59	6-4-1 $R-L$ 直列回路のフェーザー図	64
6-2-1 加 法	59	6-4-2 インピーダンス三角形	65
6-2-2 減 法	59	6-4-3 $R-C$ 直列回路のフェーザー図	65
6-2-3 乗 法	60	6-4-4 $R-L$ 並列回路のフェーザー図	66
6-2-4 除 法	60	6-5 インピーダンスとアドミタンス	68
6-3 回路素子の複素数表示	60	6-6 等価抵抗と等価リアクタンス	69
6-3-1 抵 抗	60	Exercises	69
6-3-2 キャパシタンス	61		

7章 相互インダクタンス回路

7-1 相互インダクタンス	73	Exercises	76
7-2 複素記号による相互誘導回路の 解析	75		

8章 共振回路

8-1 直列共振	78	8-3 共振回路の一般的な応用例	81
8-2 並列共振	80	Exercises	82

9章 交流電力

9-1 瞬時電力	84	9-4 皮相電力と力率	87
9-2 平均電力 (交流電力)	85	9-5 回路素子における電力と エネルギー	88
9-3 有効電力と無効電力	86	9-6 電力量	89
9-3-1 容量性負荷 ($\dot{Z} = R - j1/(\omega C)$ $= R - jX_C$) の場合	86	Exercises	89
9-3-2 誘導性負荷 ($\dot{Z} = R + j\omega L = R + jX_L$) の場合	86		

10章 三相回路

10-1 三相交流	91	10-2-2 Δ 形結線における電圧, 電流, 電力	97
10-1-1 三相交流電源の表し方	91	10-3 非対称三相交流回路の考え方	99
10-1-2 対称三相交流回路	92	10-4 三相交流回路の電力計算	99
10-1-3 三相交流回路の電圧と電流	95	Exercises	101
10-2 三相交流回路における電圧, 電流, 電力の解析	95		
10-2-1 Y形結線における電圧, 電流, 電力	95		

11章 回路に関する諸定理と公式

11-1 重ね合わせの理	102	11-4 交流ブリッジ回路	106
11-2 テブナンの定理	103	Exercises	107
11-3 ノートンの定理	104		

12章 電気回路の過渡現象

12-1 基本回路の過渡現象	109	12-2 特性方程式	118
12-1-1 $R-L$ 直列回路の過渡現象	110	12-3 複エネルギー回路の過渡現象	119
12-1-2 時定数	112	12-3-1 $R-L-C$ 直列回路の過渡現象	119
12-1-3 回路解析の手順	113	12-3-2 $R-L-C$ 直列回路の過渡現象解析	123
12-1-4 $R-C$ 直列回路の過渡現象	114	12-4 パルス回路	124
12-1-5 $R-C$ 直列回路の過渡現象 (充電)	116	Exercises	126
12-1-6 $R-C$ 直列回路の過渡現象 (放電)	117		

13章 ラプラス変換を用いた過渡現象の解析

13-1 ラプラス変換による回路解析の 流れ	128	13-5-2 インダクタ	134
13-2 ラプラス変換の基礎	129	13-5-3 キャパシタ	134
13-2-1 単位ステップ関数	129	13-6 ラプラス変換された電圧, 電流	135
13-2-2 指数関数	130	13-7 ラプラス変換による基本回路の 過渡現象解析	136
13-3 ラプラス変換による回路解析	131	13-8 部分分数展開	137
13-4 ラプラス変換とフーリエ変換	133	13-9 インパルス応答	139
13-5 電気回路とラプラス変換の関係	133	Exercises	141
13-5-1 抵抗	133		

14章 回路網の取扱い

14-1 回路網の表現方法	143	14-2 一端子対回路網の表現方法	144
---------------	-----	-------------------	-----

14-3	二端子対回路網の表現方法	144	14-6-1	受動型フィルタの種類	153
14-3-1	インピーダンス行列	145	14-6-2	逆回路	154
14-3-2	インピーダンス行列の求め方	146	14-6-3	低域通過フィルタ (ローパスフィルタ)	154
14-3-3	アドミタンス行列	146	14-6-4	高域通過フィルタ (ハイパスフィルタ)	155
14-3-4	縦続行列 (基本行列, F 行列)	147	Exercises		156
14-4	二端子対回路網の接続	150			
14-5	二端子対回路網による信号伝送	151			
14-6	フ イ ル タ	153			
	引用・参考文献	158			
	索 引	159			

1 章

直流回路，抵抗回路とオームの法則

基本的な電気回路は，電流が流れる導線（電線），抵抗値をもつ負荷，それらにつながれた起電力をもつ電源で構成されることになる。電気回路は「抵抗回路」が基本であり，本書では「簡単な抵抗回路」の解析方法の説明から始めることにする。

高等学校で物理を学んだ学生は多くの予備知識を有しているものと思われるが，問題を解くための単なる暗記では意味がないので，電流，電圧の定義など，基礎的事項の理解にまずは努めてもらいたい。本章では，電気回路で重要な電圧，電流，電気抵抗（単に抵抗ともいう），起電力，電位，電位差などについて学び，電気回路に適用可能な法則をもとに，簡単な抵抗回路における回路解析手法について述べる。また，1～4章では電圧，電流の向きと大きさが変化しない直流についての回路解析を取り扱うことにする。

1-1 電流と電荷

物体をこすると，物体に「静電気」を生じるときがある。この「電気現象」は**電荷**（electric charge）によるものである。電荷は電気的な量の一つであり，^{クーロン}C（Coulomb）がその量を表す単位となっている。原子は正（プラス）の電荷をもった原子核と負（マイナス）の電荷をもった**電子**（electron）からなっている。原子核は，電荷をもたない中性子と，正の電荷をもつ陽子から構成されている。

陽子一つがもつ電荷を e ，電子一つがもつ電荷を $-e$ とすると，この e は電荷素量と呼ばれ

$$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ [C]}$$

と表すことができる。一つの原子のなかには，陽子と電子が同じ数ずつ含まれているので，電気的には中性である。その物体がこすられたりして電子を失ったり，あるいは電子が加えられたりするとバランスが崩れ，物体は帯電する。下敷きをこすった後，頭上に下敷きを置くと，髪の毛が逆立つのは帯電による電気的な現象である。

1-2 電流の大きさ

電流 (electric current) とは「電子の流れ」のことである。私たちは金属が電流を流しやすいことを日々の生活のなかで直感的に理解している。現在, 電線の材料には「銅」が用いられることが多い。セラミックスやプラスチックは「電線」としてはまったく実用的ではない。

金属などの固体中の原子は規則正しく並んでおり, この原子を構成する電子の一部は原子核の束縛を離れて, 原子と原子の間を自由に動き回れる**自由電子** (free electron) となっている。

いま, 多数の自由電子をもつ物質に電池をつないだとする。自由電子は正極 (プラス極) に引っ張られ, 電池の負極 (マイナス極) からは電子が供給されて, 連続的な電子の流れが生じる。この流れが電流である。銅を電線に用いているのは自由電子が他の物質に比べて多く存在するからである。自由電子の多い物質を**導体** (conductor) と呼び, 自由電子の少ない物質, つまり電流の流れにくい物質を**絶縁体** (insulator) と呼ぶ。また, 導体と絶縁体の中間にある物質を**半導体** (semiconductor) という。

電流の量は電線に流れている電子の数で表すことができるが, 便宜上「電子で運ばれる電荷」の量を電流として定義しており, 「電線の断面を 1 秒間に 1 C の電荷が通過したときの電流の大きさが 1 ^{アンペア} A (Ampere)」となっている。

いま, 電線の断面を Δt 秒間に秒 ΔQ [C] の電荷が通過した場合, そのときの電流 I は

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad [\text{C/s}] \equiv [\text{A}] \quad (1-1)$$

と表すことができる。

なお, 電流は電子の流れであるので, 電流の向きはマイナス極からプラス極の向きになると考えるのが自然であるが, 初期の電気理論の組立において (電子がいまだ発見されていなかった時代) **プラスからマイナスに向かって流れる**と定義され, これが現在でも用いられている。実用上, 支障はないので, 今後も電流はプラスからマイナスに流れるものとして扱う。

Problem 1-1 電線に 5 A の電流が 4 秒間流れたとする。その電線の断面を何個の電子が移動したことになるか?

1-3 電位と電位差

電位 (electric potential) は、水の流れていう「水位」に相当するものである。水は水位の高いほうから低いほうに流れる。水位が同じであれば、水の流れは生じない。言い換えれば、水位に差があることによって、水は流れるのである。

Fig. 1-1 に水位と電位との関係図を示す。水の流れは電流の流れによく似ている。**電流は電位の高いほうから低いほうに流れる。**電位の

差を**電位差** (electric potential difference) または単に**電圧** (voltage) という。一般には電圧と呼ぶことのほうが多い。電位の基準は、理論上は、無限遠点を電位ゼロとして考えるが、地球の大地を電位ゼロとして運用しており実用上の問題はない。一般には**アース** (earth) または**グランド** (ground) と呼ばれている (洗濯機や電子レンジの外側ケースを「アースする」などによくいうが、これはケースの電位をゼロにすることでケースが帯電した際の人への感電を防止しているのである)。

電圧の大きさ E は、 ΔQ の電荷が2点間を移動する際に必要な位置エネルギー ΔU で定義することができる (**Fig. 1-2**)。すなわち

$$E = \frac{\Delta U}{\Delta Q} \quad [\text{J/C}] \equiv [\text{V}] \quad (1-2)$$

で示される。「1Cの電荷がある2点間を移動したとき、その電荷が受け取った仕事が1 $\overset{\text{ジュール}}{\text{J}}$ (Joule) であれば、2点間の電圧の大きさは1 $\overset{\text{ボルト}}{\text{V}}$ (Volt)」となる。

電圧の大きさは電荷の移動する経路には関係なく、Fig. 1-1にも示したように、2点の位置だけで決まる。また、Fig. 1-2では、図中の矢印の先端方向の電位が高いことを示している。

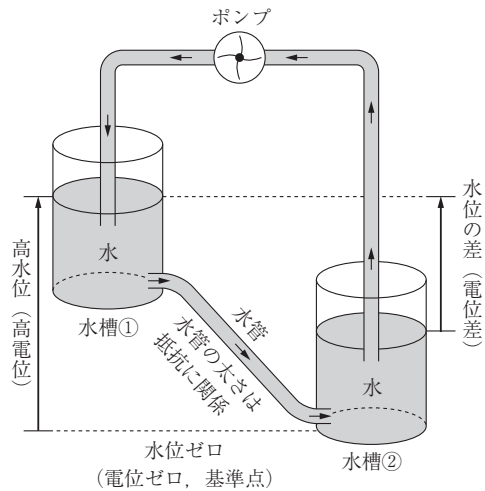


Fig. 1-1 水位と電位の関係

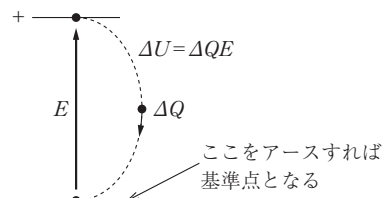


Fig. 1-2 電圧

1-4 電気抵抗

電流の流れを妨げる働きをするものを、**電気抵抗** (electric resistance) または単に**抵抗**と呼ぶ。抵抗の量は Ω (Ohm) を単位として用いる。

電気抵抗は電流の流れを妨げるので、電気エネルギーを利用する観点からは、好ましくないものとのイメージをもつかもしいないが、**電流を制御する素子と解釈すべきである**。また、抵抗を直列、並列に組み合わせることにより、電圧・電流を分割することが可能となり、実用上、電気抵抗を利用する機会は非常に多い。先に示した Fig. 1-1 においては、水管の太さが水の流れやすさを決めることになり、水管の太さが抵抗の大きさに該当することになる。

また、電気抵抗の大きさは、抵抗の材料となる物質の固有の性質、形や寸法などによって異なる。

電流は電子の流れである。この電子の流れを妨げる要因が導線などの材料内部にあり、それが電気抵抗の値として現れている。電気抵抗は、導体、半導体、絶縁体にかかわらず、物質の長さ に比例し、断面積に反比例する。**Fig. 1-3** に示すように物質の長さを l 、断面積を A とすると、物質の電気抵抗 R は次式で表すことができる。

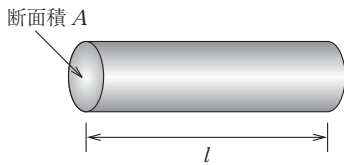


Fig. 1-3 物質の抵抗

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (1-3)$$

ここで、比例定数 ρ は物質に固有の値であり、**抵抗率** (resistivity) と呼ばれる。抵抗率の単位は $\Omega \cdot \text{m}$ であり

$$\rho = R \frac{A}{l} \Rightarrow [\Omega] \frac{[\text{m}^2]}{[\text{m}]} \Rightarrow [\Omega \cdot \text{m}] \quad (1-4)$$

となる。抵抗率 ρ は断面積 1 m^2 、長さ 1 m の物体の抵抗に等しいことがわかる。各種金属の抵抗率を **Table 1-1** に示す。

金属の種類	抵抗率 ρ [$\Omega \cdot \text{m}$]
アルミニウム	2.75×10^{-8}
鉄	10.0×10^{-8}
金	2.4×10^{-8}
銀	1.62×10^{-8}
銅	1.72×10^{-8}
白金	10.6×10^{-8}

電線は電流を通すために使われるものであり、このような導体を考える場合、抵抗率を使うよりも、電流の流れやすさを考えるほうが便利になるときがある。抵抗率の逆数を**導電率** (conductivity) と呼ぶ (記号は σ を使う)。単位はジーメンズ/メートル [S/m] を使う (ジーメンズ [S] については 1-6 節参照)。式 (1-4) より

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (1-5)$$

が得られる。

抵抗の大きさは、さらに温度、湿度、圧力などによっても変化する。詳細については電気電子材料などの講義で学習してもらいたい。

Problem 1-2 直径 D_1 、長さ l_1 の導線材料がある。いま、この導線を長さが $4l_1$ になるように一様に引き伸ばしたとする（体積の変化が生じないように引き伸ばす）。引き伸ばした後の電気抵抗の大きさを求めよ。

1-5 起電力と電気回路

Fig. 1-4 に電球を点灯させるための電気回路図を示す。スイッチ S を ON にすると、電球は点灯する。この理由は Fig. 1-4 の電気回路のなかに電子が連続的に移動できる「原動力」、つまり電流を流し続けることのできる「源」があるからである。この原動力（装置）のことを**起電力**（electromotive force）もしくは**電源**（electric source）と呼んでおり、代表的なものとして電池があげられる。

起電力の単位は電圧と同様に V が用いられる。起電力の記号は Fig. 1-4 のように表す。長いほうの線が正極（プラス極）を示している。図中の矢印 \uparrow は、アースを基準点とした電位差を記号で表したものであり、この電気回路では矢印の先端方向の電位が高いことを示している。

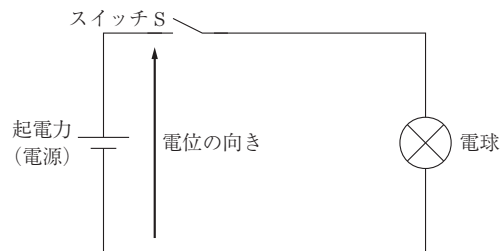


Fig. 1-4 電球を点灯させるための電気回路図

Fig. 1-4 のように電気回路を表すと、接続関係がわかりやすくなるため、電気回路解析の際には電気回路図を多用することになる。

1-6 オームの法則

Fig. 1-5 に抵抗 R に起電力が加えられたときの電気回路図を示す。抵抗に流れる電流は図

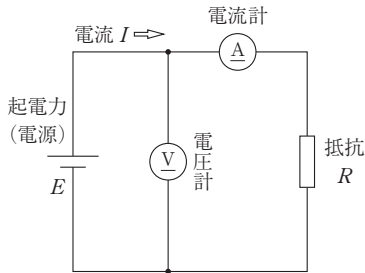


Fig. 1-5 抵抗に流れる電流の測定回路図

中に記号で示した電流計, 起電力の電圧は電圧計でそれぞれ測定されている。起電力を大きくするとそれに比例して電流も大きくなる。また, 起電力の大きさを一定に保ち, 抵抗の値を増加させると電流は抵抗値に反比例する結果となる。これらの関係は1826年にオーム (G. S. Ohm) によって実験的に見いだされたものであり, **オームの法則** (Ohm's law) と呼ばれている。起電力の大きさを E [V], 流れる電流の大きさを I [A], 抵抗の大きさを R [Ω] とする

と, 次式が得られる。

$$E = RI \quad (1-6)$$

また, R の逆数をコンダクタンス (conductance) G で表すと

$$I = GE \quad (1-7)$$

の関係式を得ることができる。コンダクタンス G の単位には S (Siemens) を用いる。 G は電流の流れやすさを表す量である。なお, Fig. 1-5 中の電流の横に書かれている矢印 \Leftrightarrow は, 測定の向きを表すもので, 電流の値が必ずしも正である向きを表すものでないことに注意する必要がある。

Problem 1-3 ある抵抗に 10 V の電圧を加えたとき, 2 A の電流が流れた。抵抗の値を求めよ。

Problem 1-4 Fig. 1-6 の回路に流れる電流の大きさを求めよ。

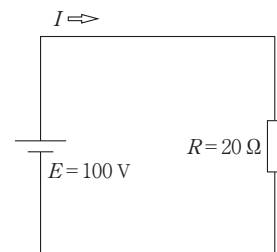


Fig. 1-6 Problem 1-4

索 引

<p style="text-align: center;">【あ】</p> <p>アース 3</p> <p>アドミタンス 51</p> <p>アドミタンス行列 147</p> <p>アドミタンスパラメータ 146</p> <p style="text-align: center;">【い】</p> <p>位相 42</p> <p>位相角 42</p> <p>位相差 42</p> <p>一端子対回路網 144</p> <p>インダクタ 13, 44</p> <p>インダクタンス 44</p> <p>インパルス応答 140</p> <p>インピーダンス 48</p> <p>インピーダンス行列 145</p> <p>インピーダンス三角形 65</p> <p>インピーダンス整合 151</p> <p>インピーダンスパラメータ 145</p> <p style="text-align: center;">【え】</p> <p>映像インピーダンス 151</p> <p>枝電流 20</p> <p>演算増幅器 125</p> <p style="text-align: center;">【お】</p> <p>オイラーの公式 55</p> <p>応答 139</p> <p>オームの法則 6</p> <p style="text-align: center;">【か】</p> <p>回路方程式 22</p> <p>回路網関数 140</p> <p>角周波数 39</p> <p>角速度 38</p> <p>重ね合わせの理 29</p> <p>過制動 121</p> <p>過渡解 110</p> <p>過渡現象 109</p> <p>過渡状態 109</p>	<p style="text-align: center;">【き】</p> <p>起電力 5</p> <p>キャパシタ 13</p> <p>キャパシタンス 45</p> <p>共振 78</p> <p>共振角周波数 78</p> <p>共振周波数 79</p> <p>行列式 22</p> <p>虚数部 59</p> <p>キルヒホッフの第1法則 20</p> <p>キルヒホッフの第2法則 21</p> <p style="text-align: center;">【く】</p> <p>駆動点 143</p> <p>クラメールの解法 22</p> <p>グラント 3</p> <p style="text-align: center;">【け】</p> <p>結合係数 74</p> <p>ケルビンダブルブリッジ 26, 27</p> <p>減衰定数 120</p> <p>減衰振動 122</p> <p style="text-align: center;">【こ】</p> <p>コイル 13</p> <p>高域通過フィルタ 153</p> <p>公称インピーダンス 154</p> <p>合成抵抗 7</p> <p>交流電流 37</p> <p>交流電力 85</p> <p>交流ブリッジ回路 106</p> <p>コンダクタンス 6</p> <p>コンデンサ 13</p> <p style="text-align: center;">【さ】</p> <p>鎖交磁束保存則 112</p> <p>サセプタンス 52, 65, 80</p> <p>三相交流 91</p> <p>三相電力 96</p> <p style="text-align: center;">【し】</p> <p>自己インダクタンス 44</p>	<p>指数関数 118</p> <p>実効値 41</p> <p>実数部 59</p> <p>時定数 113</p> <p>遮断周波数 155</p> <p>周期 40</p> <p>縦続行列 148</p> <p>充電 116</p> <p>自由電子 2</p> <p>周波数 39</p> <p>出力端 143</p> <p>ジュール熱 17</p> <p>ジュールの法則 17</p> <p>瞬時値 39</p> <p>瞬時値表示 39</p> <p>瞬時電力 84</p> <p>商用周波数 40</p> <p>初期位相 42</p> <p>初期条件 112</p> <p>振幅 39</p> <p style="text-align: center;">【せ】</p> <p>正弦波交流 38</p> <p>——の実効値 41</p> <p>——の平均値 40</p> <p>積算電力量計 18</p> <p>積分回路 125</p> <p>絶縁体 2</p> <p>線間電圧 95</p> <p>線電流 95</p> <p style="text-align: center;">【そ】</p> <p>相互インダクタンス 73</p> <p>相互誘導 73</p> <p>相順 92</p> <p>相電圧 95</p> <p>相電流 95</p> <p style="text-align: center;">【た】</p> <p>対称三相交流 91</p> <p>帯電 1</p> <p>単位インパルス応答 140</p> <p>単位ステップ関数 129</p>
--	---	---

単相交流	91	同調回路	81	平均電力	84
【ち】		導電率	5	平 衡	26
中性点	93	特性方程式	119	並列共振	80
直列共振	78	トラップ回路	81	並列接続	9
直列接続	7	【な】		変圧器	74
【て】		内部アドミタンス	104	偏 角	59
定 K 形フィルタ	154	内部インピーダンス	103	変成器	74
低域通過フィルタ	153	内部抵抗	28	【ほ】	
抵 抗	4	【に】		ホイートストンブリッジ回路	25
抵抗回路	1	二端子対回路網	144	放 電	117
抵抗率	4	二端子対パラメータ	145	包絡定数	129
定常解	110	入力端	143	【む】	
定常状態	109, 110	【の】		無効電流	86
テブナンの定理	31	ノートンの定理	104	無効電力	86
テブナンの等価回路	33	【は】		【ゆ】	
デルタ関数	130	ハイパスフィルタ	155	有効電流	86
電 圧	3	波 形	37	有効電力	85, 86
——の分圧	8	パルス回路	124	誘導起電力	44
電圧源	28	半導体	2	誘導性負荷	86
電圧降下	12	【ひ】		誘導リアクタンス	47
電 位	3	非減衰固有角周波数	120	【よ】	
電位差	3	皮相電力	87	容量性負荷	86
電 荷	1	非同次方程式	110	容量リアクタンス	49
電荷保存則	114	微分回路	125	【ら】	
電気抵抗	4	【ふ】		ラプラス逆変換	129, 132
電 源	5	フィルタ	153	ラプラス変換	128
電 子	1	フェーザー図	56	【り】	
電磁誘導	44	フェーザー表示	54	力 率	87
電 流	2, 3	負荷抵抗	17	理想電圧源	28
——の分流	10	複素周波数	129	理想電流源	29
——の連続性	9	複素数	54	臨界制動	122
電流源	29	不足制動	122	励 振	139
電 力	16	部分分数展開	132, 137	【れ】	
電力量	18, 89	フーリエ変換	133	零状態	139
【と】		ブリッジの平衡条件	26	レンツの法則	44
等 価	8	分 圧	10	【ろ】	
等価回路	8	分 流	11	ローパスフィルタ	154
等価抵抗	69	【へ】			
等価電源	32	閉回路	21		
等価変換	32				
等価リアクタンス	69				
同次方程式	110				
導 体	2				

<p>【F】</p> <p><i>F</i> 行列 148</p> <p><i>F</i> パラメータ 148</p> <p>【N】</p> <p><i>n</i> 端子対回路網 143</p>	<p><i>n</i> ポート回路</p> <p>【Q】</p> <p><i>Q</i> 値</p> <p>【Y】</p> <p>Y 形結線</p>	<p>143</p> <p>79</p> <p>94</p>	<p>Y 形電源 94</p> <p>Y 形負荷 94</p> <p>【Δ】</p> <p>Δ 形結線 94</p> <p>Δ 形電源 94</p> <p>Δ 形負荷 94</p>
---	--	--------------------------------	---

中野 人志 (なかの ひとし)

現職：近畿大学教授

専門：レーザー工学

浅居 正充 (あさい まさみつ)

現職：近畿大学教授

専門：計算電磁気学

解いて なっとく 身につく電気回路

Textbook for Understanding of Electrical Circuit with Mathematization
and Working Problems

© Hitoshi Nakano, Masamitsu Asai 2012

2012年5月2日 初版第1刷発行

検印省略

著 者 中 野 人 志

浅 居 正 充

発 行 者 株式会社 コロナ社

代 表 者 牛来真也

印 刷 所 新日本印刷株式会社

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話 (03)3941-3131(代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-00834-0 (柏原) (製本：愛千製本所)

Printed in Japan



本書のコピー、スキャン、デジタル化等の
無断複製・転載は著作権法上での例外を除
き禁じられております。購入者以外の第三
者による本書の電子データ化及び電子書籍
化は、いかなる場合も認めておりません。

落丁・乱丁本はお取替えいたします