

5. 電気・電子機器

52

5.1 電気機器

53

電源

電気エネルギーを得るための電気の源。
電源として、商用電源（電力会社が供給する電気）や電源装置などがある。



ACアダプタ

機器内蔵用

レール取付型

制御盤内蔵用

インバータ

DC電源

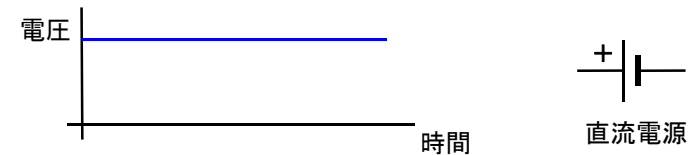
AC電源

電源装置

54

直流電源

電流が流れる方向が一定の電源（DC電源）



直流電源には陽極（プラス）と陰極（マイナス）があり、電流は+から-に流れる（電子は-から+に流れる）。

直流電源として

電源装置（安定化電源、ACアダプタ）

交流電源の流れる方向をそろえ、電圧の大きさを一定にする装置
乾電池、ニッカド電池、鉛蓄電池・・・

55

直流電源

線番（ワイヤマーク、記号）は特に決められていない。
プラスは、P, V, VCCなど マイナスは、N, G, GNDなど。
DC24Vの場合、P24, N24などもある。

直流電源の種類

a) DC24V

耐ノイズ性が要求されるFA機器で使われる。
制御系のセンサ、各種負荷（出力機器）などの電源。

b) DC5V

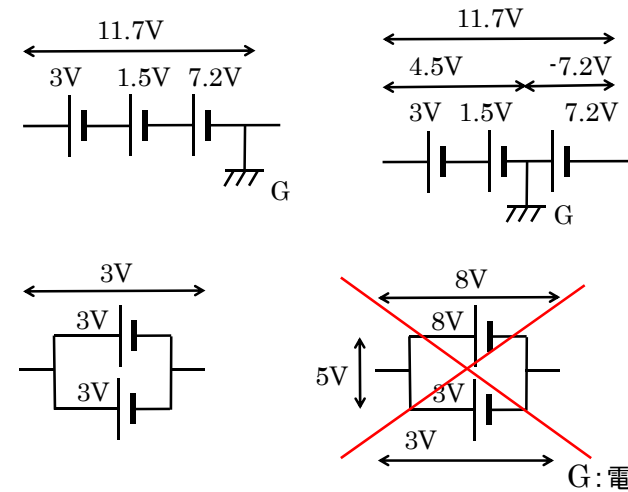
マイコンなどによる電子制御で使われる。
FA機器ではあまり使わない。

c) その他 DC12V、DC15Vなど

56

直流電源の接続

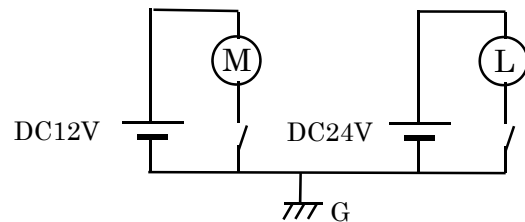
複数の電源を接続して使うことがある。



57

直流電源の接続

異なる電圧で負荷を駆動する場合、グラウンド（マイナス）を共通にした回路を組むことがある。

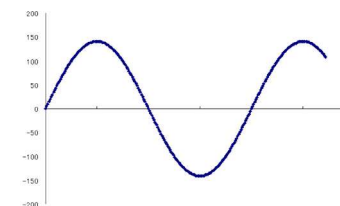
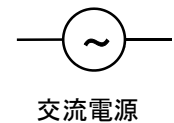


58

交流電源

流れる電流の方向や大きさが一定時間ごとに変化する
(AC電源)。

主に電力会社から供給される（商用電源）。
商用電源の電圧は、正弦曲線で変化する。



59

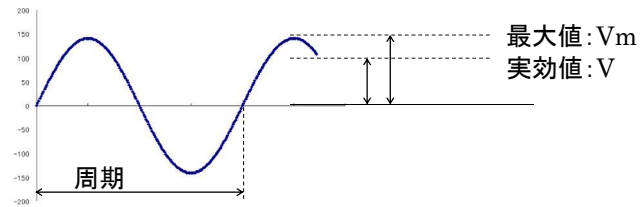
交流電源

単位時間当たりの繰り返し数を**周波数**、また1回の時間を**周期**と言う。周期と周波数の関係は次のようになる。

$$T = 1 / f \quad T : \text{周期 [s]}、f : \text{周波数 [Hz]}$$

東日本と西日本では供給される電源の周波数が異なる。

電圧の大きさは**実効値**で表され、**最大値**の $1/\sqrt{2}$ 倍になる。実効値は、同じ電圧の直流と同じ電力（エネルギー）が得られる大きさ。



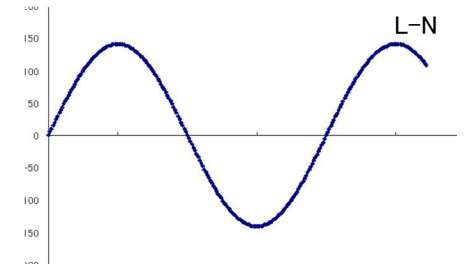
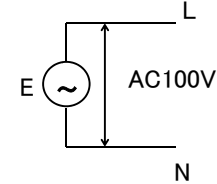
60

交流電源の種類

a) **AC100V 単相2線式** (1φ2W AC100V)

一般家庭用電源。

線番は、L、Nが一般的
Nが接地されている



61

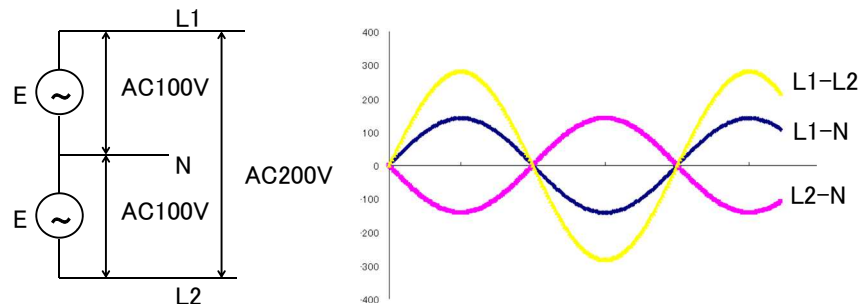
交流電源の種類

b) **AC100/200V 単相3線式** (1φ3W AC100/200V)

一般家庭電源。

線番はL1、L2、Nが一般的。

Nが接地されており、L1-N間がAC100V、L2-N間がAC100V、位相が π (180deg) ずれており、L1-L2間がAC200Vとなる。



62

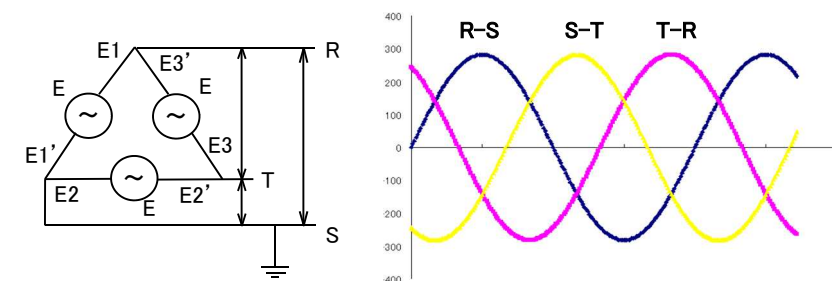
交流電源の種類

c) **AC200V 三相3線式** (3φ3W AC200V)

工場で一般的に使われる電源。位相が120degずれた3組の交流電源を組合わせたもの。

Sが接地されており、各線間の電圧がAC200Vとなる
線番はR、S、Tが一般的

大きな交流モータ（誘導電動機）を駆動するのに適している。



63

交流電源引込み

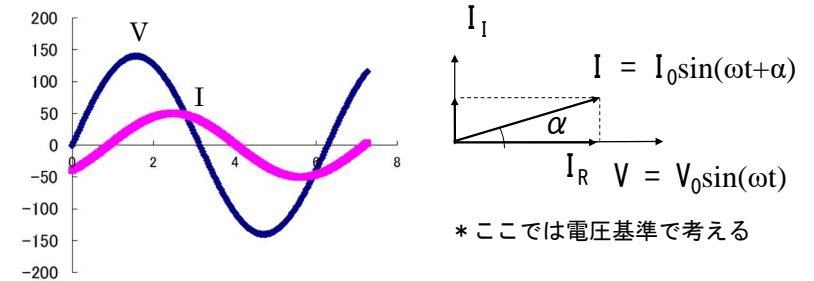
小中規模の建物では、電柱の6600Vを引込み、キュービクル（変電設備）で使用する電圧に変圧する



64

交流回路の電力

交流回路は、回路を構成するR、C、Lによって、かける電圧と流れる電流との間に位相のずれ α が生じる。



この回路で取り出すことの出来る単位時間当たりエネルギー（電力）は電圧と電流の同じ位相の成分だけが有効となる

65

交流の電力

位相のずれを θ とすると、この時の電力は

$$P = IV \cdot \cos\theta \quad \text{単位は[W]}$$

この電力を有効電力、この時の $\cos\theta$ を力率という

単に電圧と電流の積を皮相電力といい

$$S = VI \quad \text{単位は[VA]}$$

電流の無効成分の積を無効電力といい

$$Q = IV \cdot \sin\theta \quad \text{単位は[var]}$$

また、三相交流の電力は、線間電圧をV、線電流をIとすると

$$P = \sqrt{3} IV \cdot \cos\theta$$

66

電源の仕様

電源から取り出すことの出来る電気の種類や上限（定格）

電流の種類：交流（AC）・直流（DC）、

定格電圧：出力される電圧

定格電流：流すことの出来る最大電流

定格電力：取り出すことの出来る最大電力

電源には、流すことの最大電流（許容電流、定格電流）が決まっている。

電源装置の場合、定格以上の電流を流そうとすると、電圧が降下したり、保護回路が動作し電流が遮断される。

商用電源の場合、ブレーカーなどが取り付けられており、許容電流を越えると電流が遮断される。

67

電圧の大きさによる電気の分類

電気設備技術基準（電気設備に関する技術基準を定める省令）においては、次のような区分で電圧の大きさが定義されている。

	直流	交流
低圧	750ボルト以下	600ボルト以下
高圧	7000ボルト以下	7000ボルト以下
特別高圧	7000ボルトを超える	7000ボルトを超える

高圧や特別高圧を扱うためには特別教育受講が必要

68

電線

金属の導電体に樹脂の被覆を覆ったもの

導電体として

銅やアルミ、さらにはこれらにめっきを施したものの
単線（固定用）、より線（固定用、可動用）
許容電流が決められている（目安として0.1sqmmで1A）

被覆として

ビニル、ポリエチレン、耐熱樹脂など
線の用途で色が決められている

緑：アース、黒：直流マイナス、赤：直流プラス など

種類として

単芯線（単線）、より線、コード（家電用電源線）
ケーブル（複数の線が束ねられたもの）

69

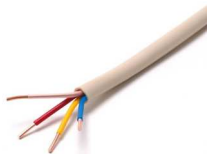
電線



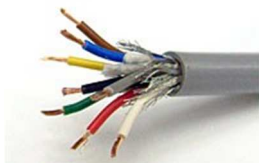
単線



より線



ケーブル（単線）



ケーブル（より線）



フラットケーブル

70

電線の規格（単芯線、より線）

日本の規格（JIS規格）

種類：KIV線 電気機器用 耐電圧600V
一般的に0.75sqmm以上
KV線 通信機器用 耐電圧300V（細い線は100V）
被覆が薄い、一般的に0.5sqmm以下
VSF線 電気機器用 耐電圧300V
一般的に0.75sqmm以上

太さ：断面積（より線）：0.3、0.5、0.75、1.25 sqmm
直径（単線）：0.9、1.2、1.6、2、2.6mm

0.75sqmmの仕上がり外径（被覆外径）

KIV：φ2.7 KV：φ2.1 VSF：φ2.7

線の呼び方例：KVI 0.5、VSF 1.25

71

電線の規格(単芯線、より線)

アメリカの規格 (UL規格)

種類 : UL1007 JISのKV線に相当 耐電圧300V
UL1015 JISのKIV線に相当 耐電圧600V
(KIVよりやや太い)

太さ : AWG28、AWG22 (≒0.3)、AWG20 (≒0.5)、
AWG18 (≒0.75)
数値が小さいほうが太い
パソコンなどの信号線にはAWG28が使われる

AWG18の被覆外径

UL1007 : $\phi 2.13$ 、 UL1015 : $\phi 2.91$

線の呼び方例 : UL1007 AWG24

72

用途による電線の色

線の用途と色は、厳密なきまりはないが、一般的には以下のように使われている (一部、規格により決められている)

電源線

1 Φ 2W AC100V...黒(L)、白(N、接地)
1 Φ 3W AC200V...赤(L1)、黒(L2)、白(N、接地)
3 Φ 3W AC200V...赤(R相)、白(S相、接地)、青(T相)
(電力会社によって異なる)

直流.....赤(+)、黒(-)、青(-)

制御線 青(直流)、黄(交流)

アース線 緑、緑/黄



73

スイッチ

金属(導体)で作られた接点が接触したり離れたりすることによって、電流を流したり止めたりする。

接触する部分は機械式接点(接点)と言われる。

接点が接触.....電流は流れる(抵抗がほぼゼロ)

接点が離れる.....電流は流れない(抵抗がほぼ無限大)

スイッチを動かすことを「操作する」、スイッチを戻すことを「復帰する」という。またスイッチが働くことを「動作する」、スイッチが働いていないことを「復帰する」という。

利点 : 安価、容易、大電流・高電圧に耐えられる、絶縁抵抗が大きい

欠点 : 寿命が短い(10~100万回程度)、動作が遅い(5~10ms)、**チャタリング**を起こす

74

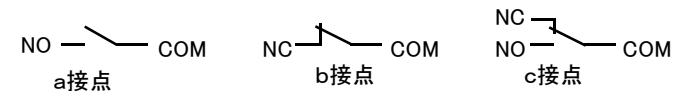
スイッチの主な仕様

接点の種類

a 接点 : 操作すると電流が流れる

b 接点 : 操作すると電流が流れない

c 接点 : 操作すると一方には電流が流れ、もう一方には流れない

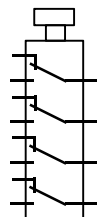


接点の数

1個のスイッチの中に複数の接点が入っているスイッチもある。

接点の数のことを極と言う

1極、2極、4極.....



75

スイッチの主な仕様

接点の動作

モーメンタリ：操作しているだけ導通する

オルタネート：操作するごとに動作が切り替わる

(ひも式の蛍光灯)

その他の仕様

最大電圧：かけることの出来る最大電圧

最大電流：流すことの出来る最大電流

動作速度：接点が切り替わるまでの時間

接点の呼び方	SPST (Single Pole, Single Throw)	1 極単投
	SPDT (Single Pole, Double Throw)	1 極双投
	DPDT (Double Pole, Double Throw)	2 極双投
	4PDT (4 Pole, Double Throw)	4 極双投 など

76

スイッチの種類

スイッチは操作するアクチュエータによって、様々な種類がある。



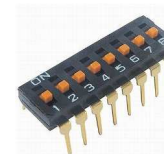
押しボタンスイッチ



トグルスイッチ



セレクトスイッチ



ディップスイッチ



タクトスイッチ



マイクロスイッチ

77

スイッチに関する表現

人がスイッチを・・・操作する、押す、倒す、ひねる・・・
／ 操作しない、復帰する、戻す・・・

接点が・・・動作する、閉じる、入る
／ 復帰する、開く、切れる

電気が・・・導通する、通電する
／ 導通しない、通電しない、遮断する、

78

抵抗器

抵抗率の大きな物質の両端に端子を付けたもの。
両端に電圧がかかったときに流れる電流を制限する、電圧を分配するなどの働きがある。



電気の流れにくさを抵抗という。単位は Ω (オーム)。

1ボルトの電圧を与えたとき、1アンペアの電流が流れるときの抵抗がオームである。



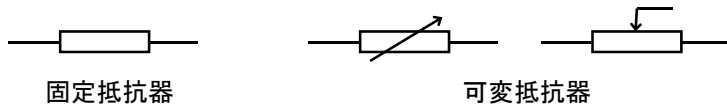
79

抵抗器

抵抗器には抵抗値が一定の固定抵抗器と、抵抗値を調整できる抵抗器がある。

頻りに抵抗値を変える・・・可変抵抗器
 一度調整したら、以後変化させない・・・半固定抵抗器

図記号



参考：旧図記号

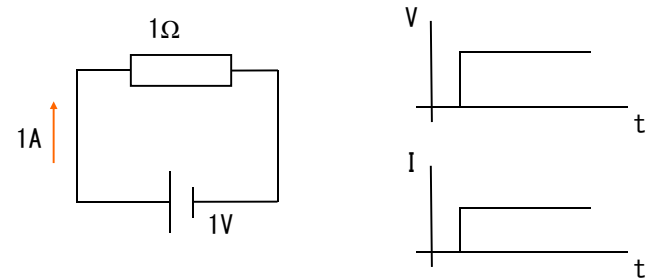


電圧と電流の関係(オームの法則)

電圧、電流、抵抗の関係式

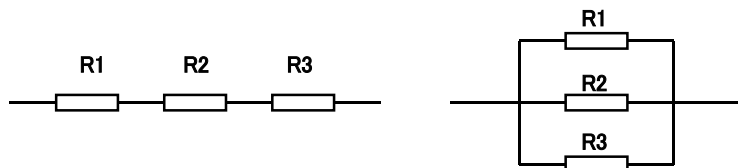
$$I = \frac{V}{R} \quad \text{or} \quad V = IR \quad \text{オームの法則}$$

R : 抵抗 (Ω)



合成抵抗

複数の抵抗を組み合わせたときの全体の抵抗の大きさ



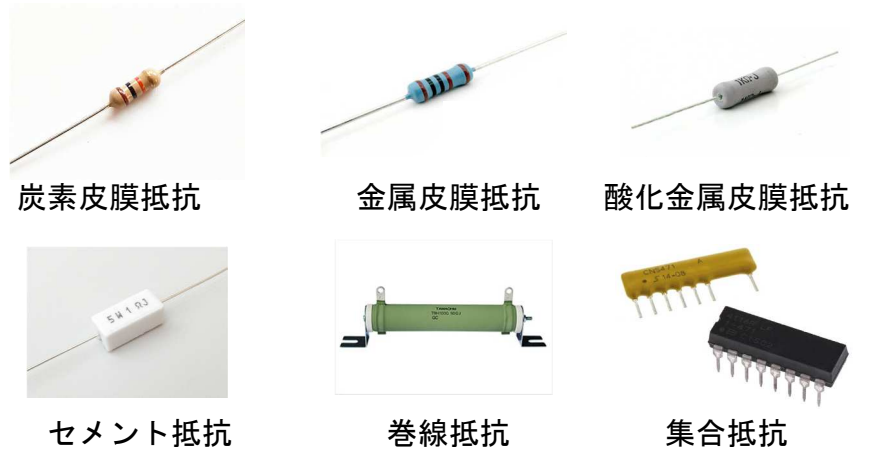
各抵抗器に流れる電流が等しい

各抵抗器にかかる電圧が等しい

直列：
 $R = R1 + R2 + R3 + \dots$

並列：
 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \dots$

抵抗器の種類



「抵抗器」は厳密な呼び方であって、一般的には「抵抗」と呼ばれることもある。

抵抗器のカラーコードの読み方

炭素皮膜抵抗などはカラーコードを使って抵抗値を表す。



カラーコード

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
黒 茶 赤 橙 黄 緑 青 紫 灰 白

覚え方 「クロちゃん赤だ。君、青村俳白？」

茶黄赤・・・14×10²[Ω]

84

抵抗器の許容電圧

かけることのできる電圧は電力P (W) で表される。

330Ω、1/4Wの抵抗器にかけられる電圧は

$$P=IV=V^2/R$$

$$V=\sqrt{PR} = \sqrt{300 \cdot 0.25} \approx 8.66V$$

85

コンデンサ(キャパシタ)

絶縁体をはさみこんだ導体の板に端子を付けたもの。
電気エネルギーを蓄える、交流電流を流す、ノイズを除去する、などの働きがある。

蓄える電気の量を静電容量 (キャパシタンス) という。

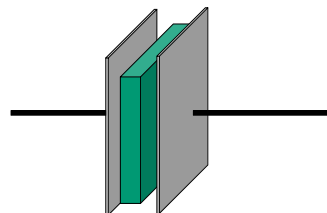
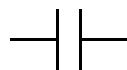
単位はファラド [F]。

1ボルトの電圧を与えたとき、1クーロンの電荷を蓄えるときの静電容量が1ファラドである。

通常はもっと小さいμF、pFを使う。

1クーロン=6.25 × 10¹⁸個

図記号



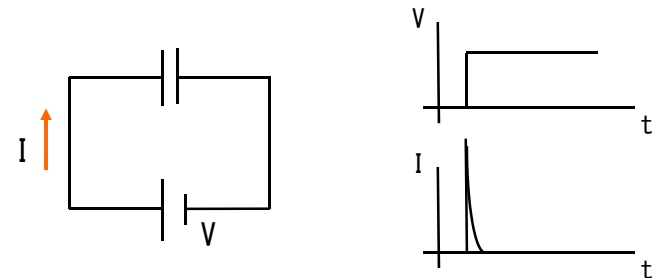
86

電圧と電流の関係

電流、電圧、静電容量 (キャパシタンス) との関係式
コンデンサには $q=CV$ の電荷 (電子) が蓄えられる。その時だけ電流が流れる

$$I=C \frac{dV}{dt} \quad \text{or} \quad V=\frac{1}{C} \int i dt$$

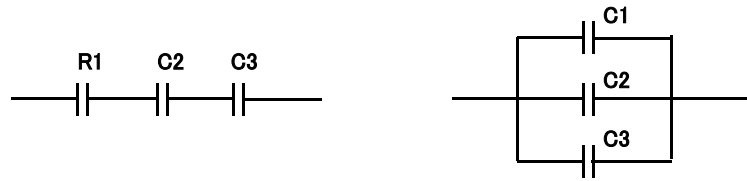
C: 静電容量 (単位はF ファラッド)



87

合成容量

複数のコンデンサを組み合わせたときの全体の容量の大きさ



直列:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{C3} + \dots$$

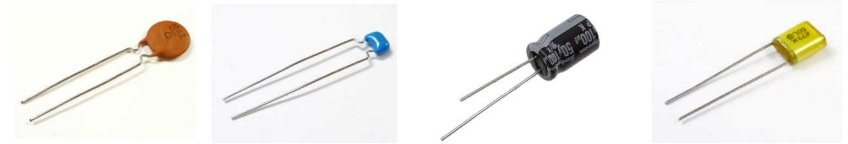
並列:

$$C = C1 + C2 + C3 + \dots$$

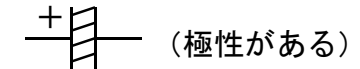
88

コンデンサ

セラミックコンデンサ、電解コンデンサ、マイラコンデンサ、(フィルムコンデンサ)などがある



電解コンデンサの図記号



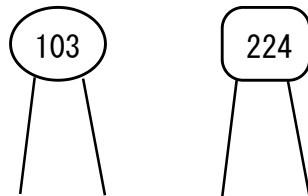
(極性がある)

89

コンデンサの読み方

容量の読み方

セラミックコンデンサなどは3桁の数字を使って容量を表す。最初の2桁は2桁の数値、3桁目は10の指数
単位は[pF] (10^{-12})



$$103 \dots 10 \times 10^3 \text{ [pF]}$$

コンデンサには定格電圧が定められているので、その電圧以下で使用する。

90

コイル(インダクタ)

電線を巻いた構造。

電流が流れることにより磁界が発生し、これにより様々な働きが得られる。

磁気エネルギーを蓄える、電流を安定させる、交流電圧を変換する、信号を取り出す(フィルタ機能)、交流回路の抵抗(インピーダンス)の調整



インダクタ

トロコイダルコイル

マイクロインダクタ



コイルの図記号

91

コイル(インダクタ)

主な用途として

電磁石として利用 (機械技術ではほとんどこの用途)

使用例: リレー、モータ、スピーカー

自己誘導を利用

高い電圧を発生させる

使用例: 安定器、車のイグニッションコイル

相互誘導を利用

電圧の昇降、2つの回路を結ぶ

使用例: トランス



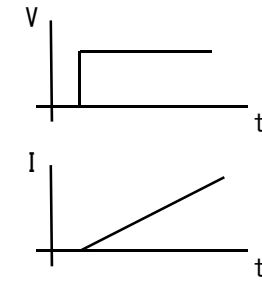
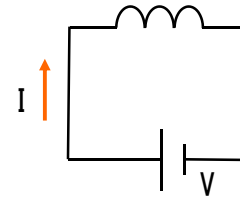
92

電圧と電流の関係

電流、電圧、自己インダクタンスとの関係

$$I = \frac{1}{L} \int V dt \quad \text{or} \quad V = L \frac{dI}{dt}$$

L: 自己インダクタンス (単位はH ヘンリー)



93