

IoT のための電子回路入門

Ver.5

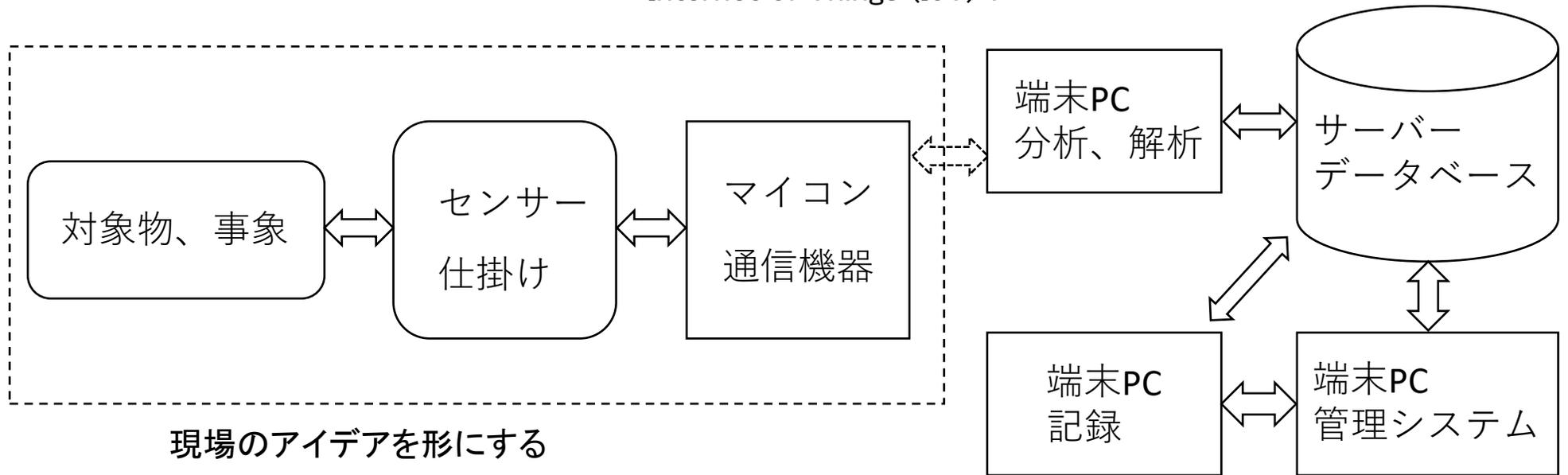
(株)オフダイアゴナル
佐々木 教真

目次

0. まえおき
1. 測定器類
2. 電源
3. 三端子レギュレーター
4. 抵抗
5. 発光ダイオード(LED)
6. ダイオード
7. ツェナーダイオード
(定電圧ダイオード)
8. コンデンサ
9. コイル、トランス
10. オペアンプ
11. トランジスタとFET
12. フォトカプラ
13. ソリッドステートリレー(SSR)
14. 汎用ロジックIC
15. 検査装置の例
16. Tips

0. まえおき

Internet of Things (IoT) ?



ブリコロール (bricoleur)

「ありものでやりくりする人」

クロード・レヴィ＝ストロース 社会人類学者、民族学者

- ・アイデアを自分でちょこっと試すための知識
- ・簡単な測定器や評価装置、便利ツールを作るための知識

1. 測定器類

テスタ



①電圧の確認

②抵抗値の確認

③導通の確認

⑥周波数の確認

⑤電流の確認

④容量(キャパシタンス)の確認

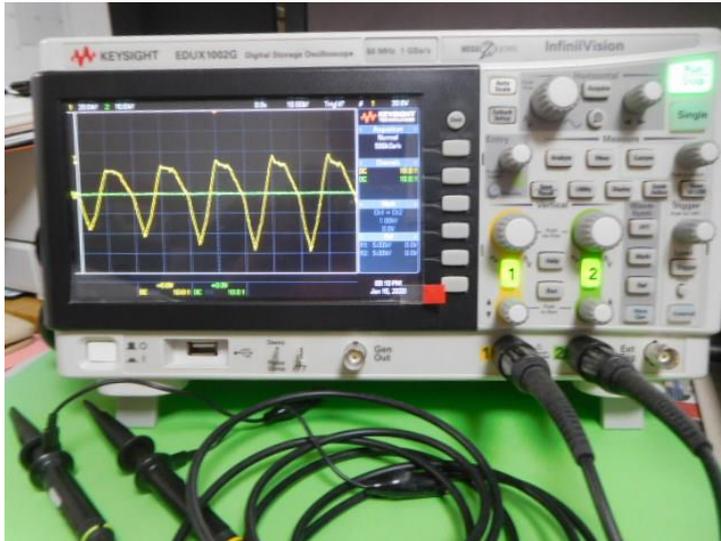
⑦hFE(直流電流増幅率)の確認

10,000~20,000円

オシロスコープ



15, 000~30, 000円



50, 000~100, 000円

①2CH以上のもの

②周波数帯域

周波数帯域10MHz
3dB減衰 (0.707倍)
3MHzで3%減衰

③発振器(ファンクションジェネレータ)機能付

発振器 (ファンクションジェネレータ)

- ① 正弦波、三角波、矩形波
- ② バイアス機能付き



4,000~6,000円

LCメータ



2,500~5,000円

- ① インダクタンスの確認
- ② 容量 (キャパシタンス) の確認

2. 電源

①実験用には中古アダプタ

中古品店で入手可

5~6V 12V 24V

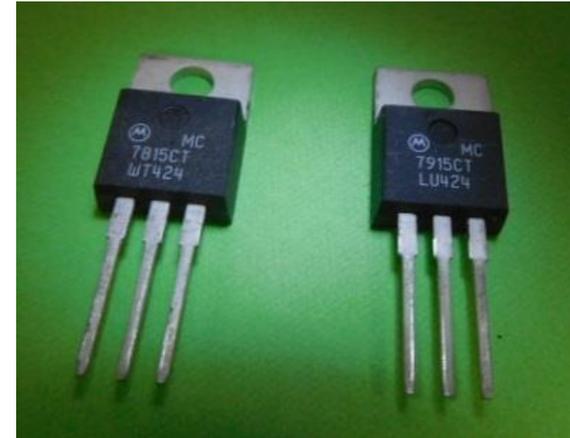
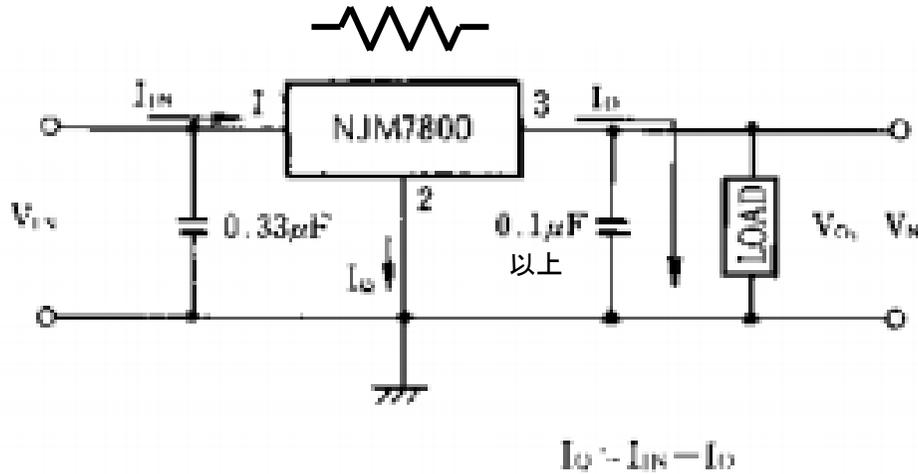


②大きな電流(数A以上)を流す場合には電源装置が便利



定電流機能が付いたもの
入出力絶縁タイプ

3. 三端子レギュレーター



78××(正)と79××(負)

ヒューズやトランスや整流用ブリッジダイオードやチョークコイルやコンデンサは面倒くさい

中古アダプタに接続して所望の電圧を得る

放熱板 消費電力 3~10W 熱抵抗値 7~9°C/W
アルミ板 □70~100mm t=2~3mm



4. 抵抗



抵抗値 R [Ω (オーム)]

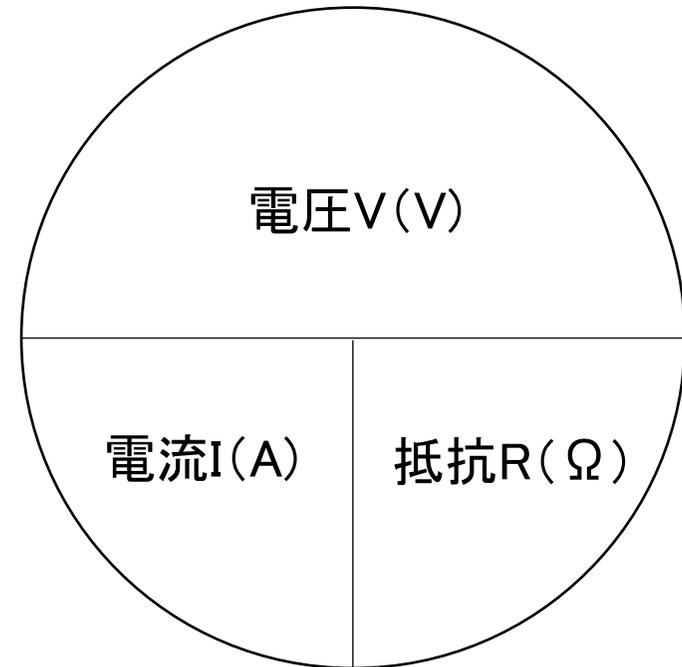
信号処理 1/4W
電源 1/2W, 1W

とりあえず揃えるならカーボン抵抗

1/2W 10 Ω ~ 1M Ω

E6系列 1.0 1.5 2.2 3.3 4.7 6.8

定格電力の1/2以下



オームの法則

抵抗は何をするために使うか？

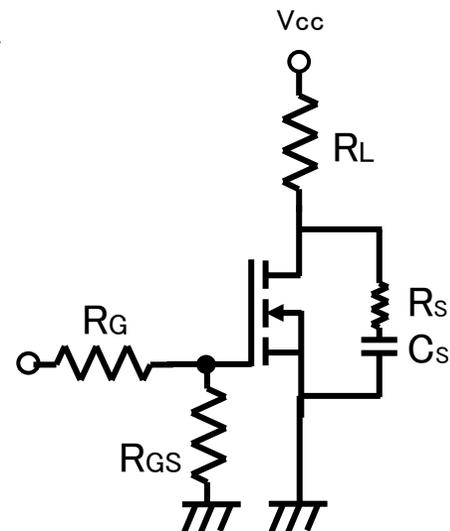
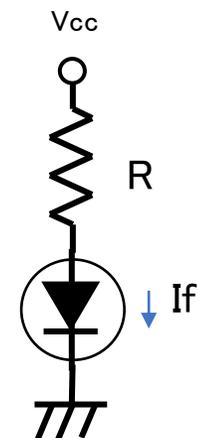
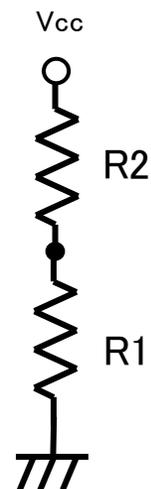
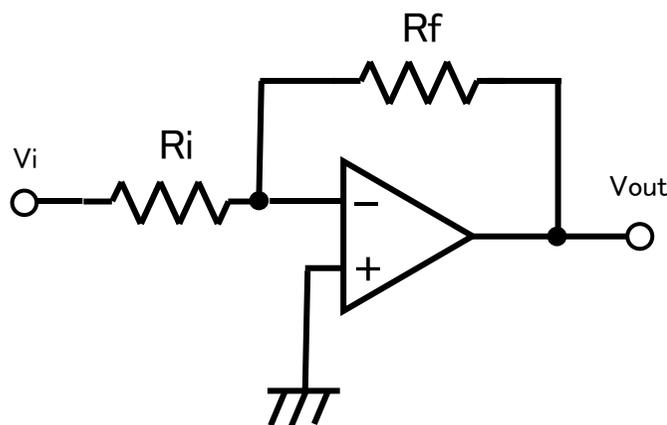
① 所望の電圧を得るため

② 所望の電流を得るため

③ 比

④ おまじない

交流も直流も通す



(豆知識)

・よく出る変数表記と単位

電流値 I [A(アンペア)]

電圧値 V [V(ボルト)]

(消費)電力値 P [W(ワット)]

$$P = I \cdot V$$

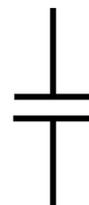
時間 t [s(秒)]

周波数 f [Hz(ヘルツ)]

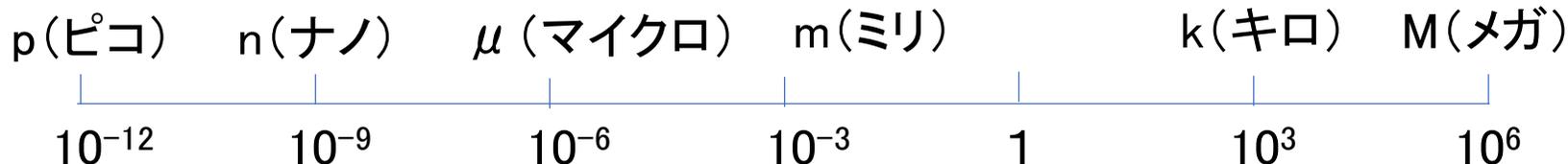
抵抗値 R [Ω (オーム)]

静電容量(キャパシタンス) C [F(ファラド)]

インダクタンス L [H(ヘンリー)]

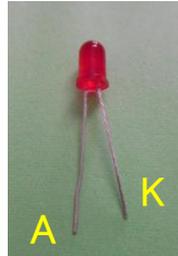
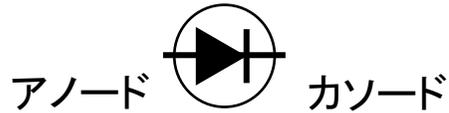


・補助単位

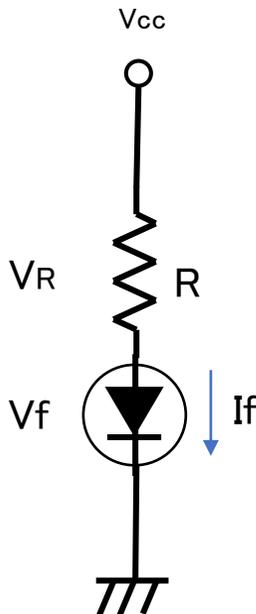


Q. 抵抗に20mAの電流が流れている。そのときの抵抗の両端の電圧は1kVであった。消費電力は何kWか？また、抵抗は何m Ω か？

5. 発光ダイオード(LED)



LEDは何をするために使うか？
光って知らせる、消えて知らせる



電源 $V_{cc}=5V$

順方向電圧は $V_f=2\sim 3V$ 前後

順方向電流を $I_f=20mA$ 位にしたい

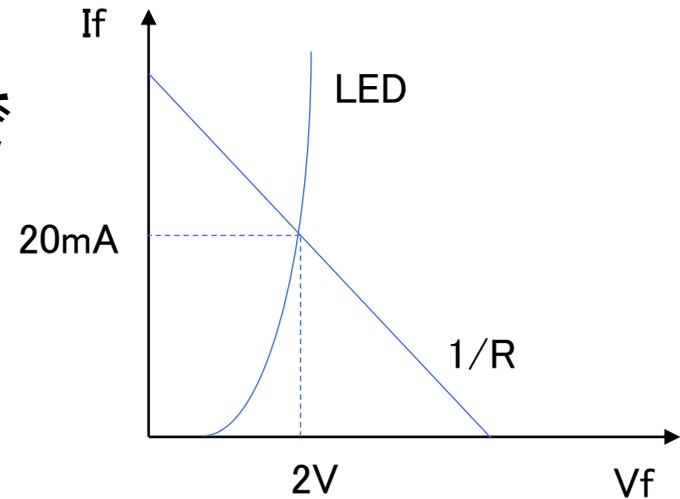
$V_R=3V$ だから $R=3V/20mA=150\Omega$

① 仮定して

② 言われるまま

カタログに載っている
回路図の値

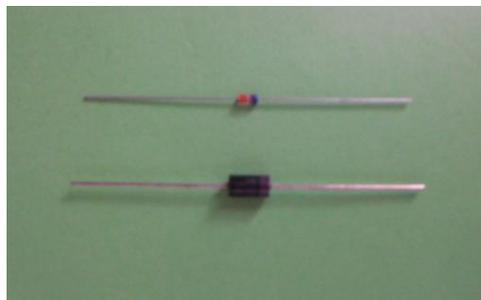
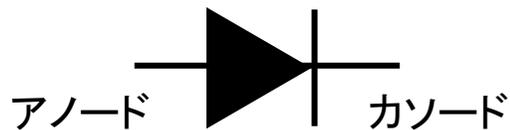
③ グラフで



④ 回路シミュレータ

パーツライブラリがあれば

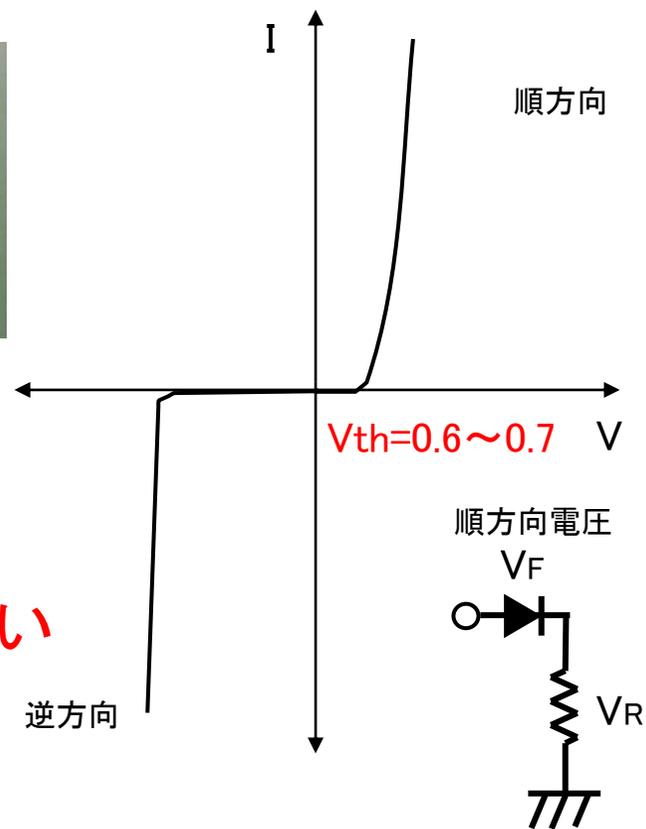
6. ダイオード



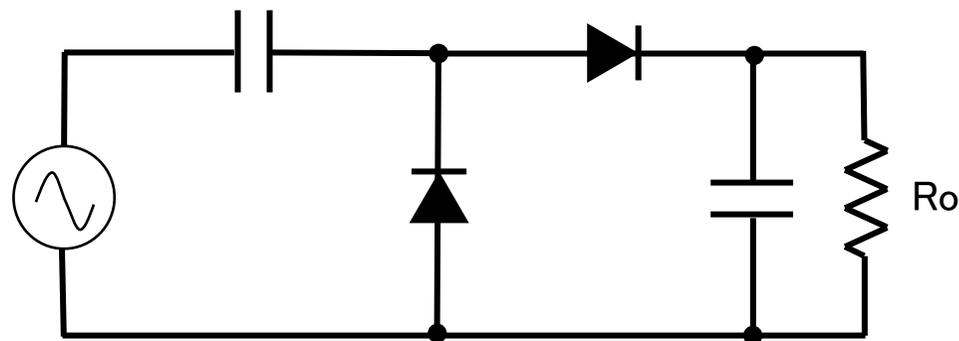
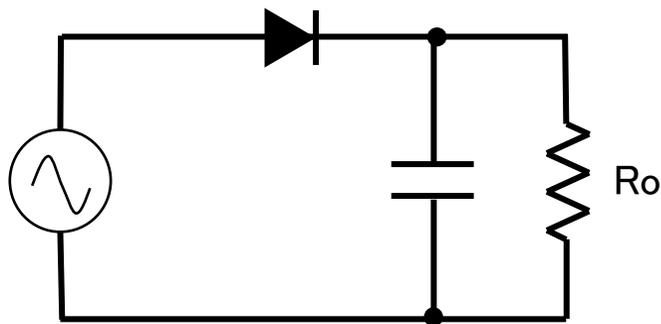
ダイオードは何をするために使うか？
整流、検波、過電圧保護など

整流用ダイオード

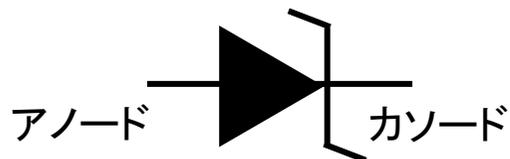
小信号スイッチングダイオード 回復時間が早い
1S1588相当



検波回路



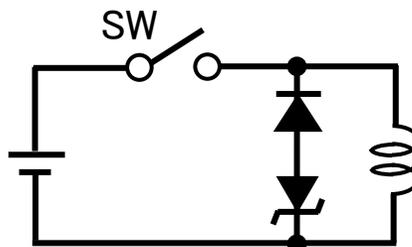
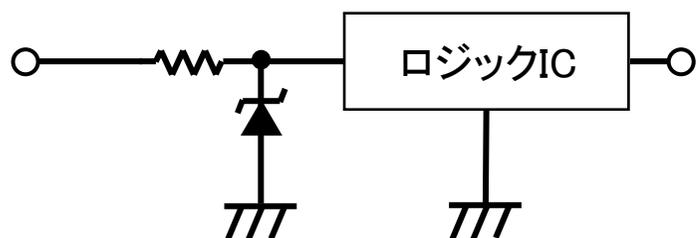
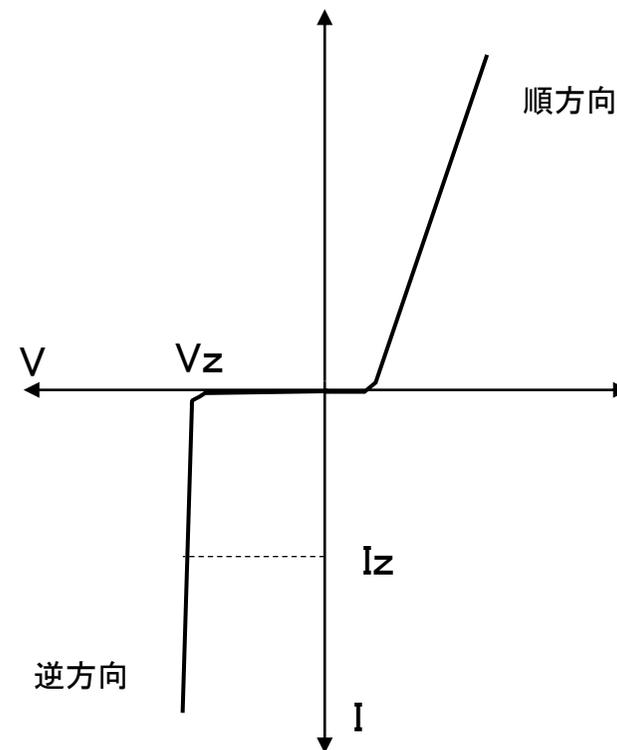
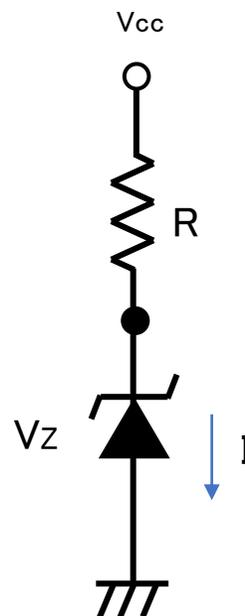
7. ツェナーダイオード(定電圧ダイオード)



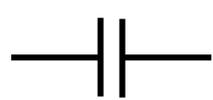
ツェナーダイオードは何をするために使うか？

①基準となる定電圧を得る

②サージ電流や静電気から素子を守る



8. コンデンサ



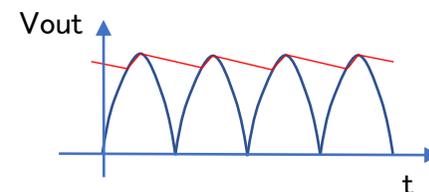
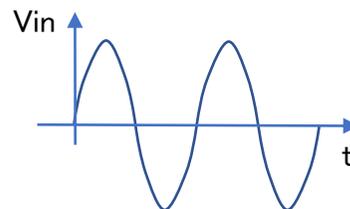
静電容量(キャパシタンス)
C [F(ファラド)]



コンデンサは何をするために使うか？

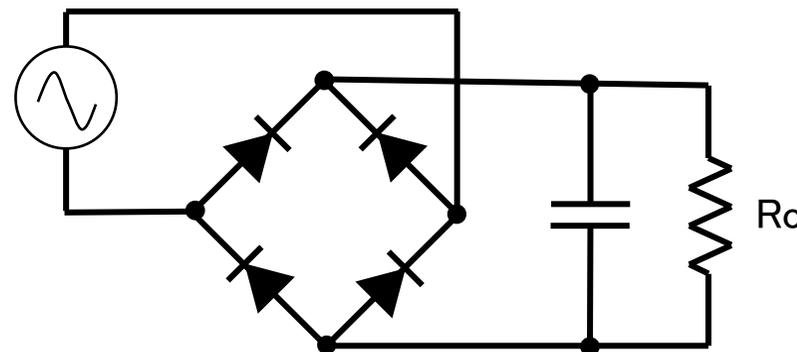
電解コンデンサ

平滑用



フィルムコンデンサ

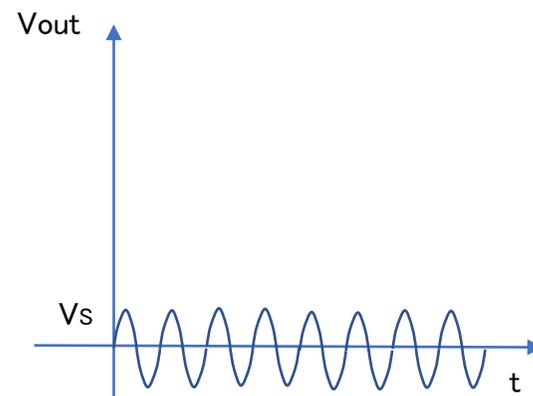
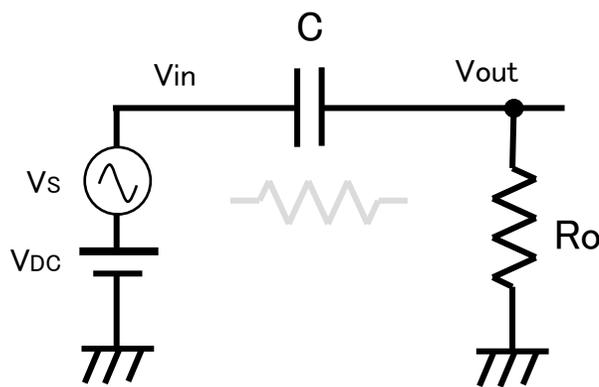
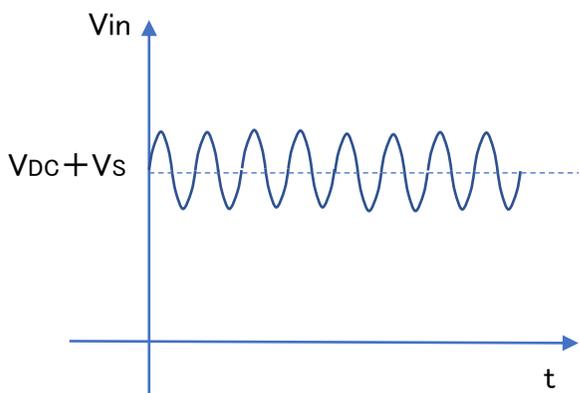
ノイズ対策
共振回路



セラミックコンデンサ

平滑用
カップリング・デカップリング(バイパス)用
ノイズ対策

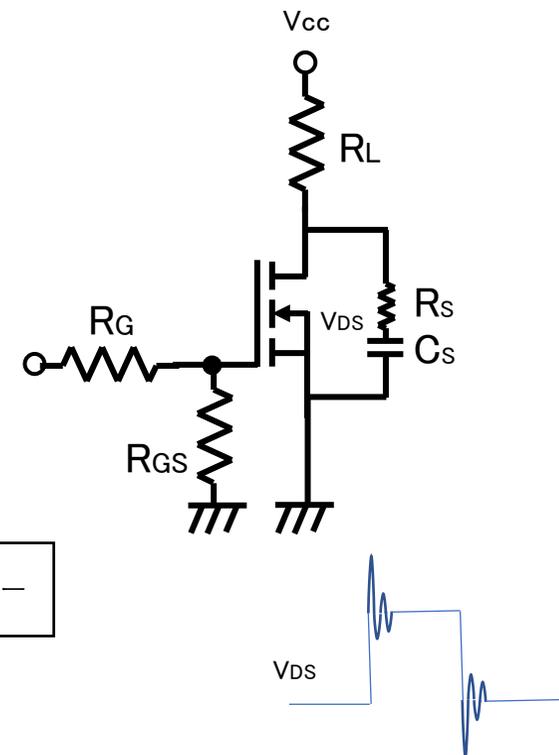
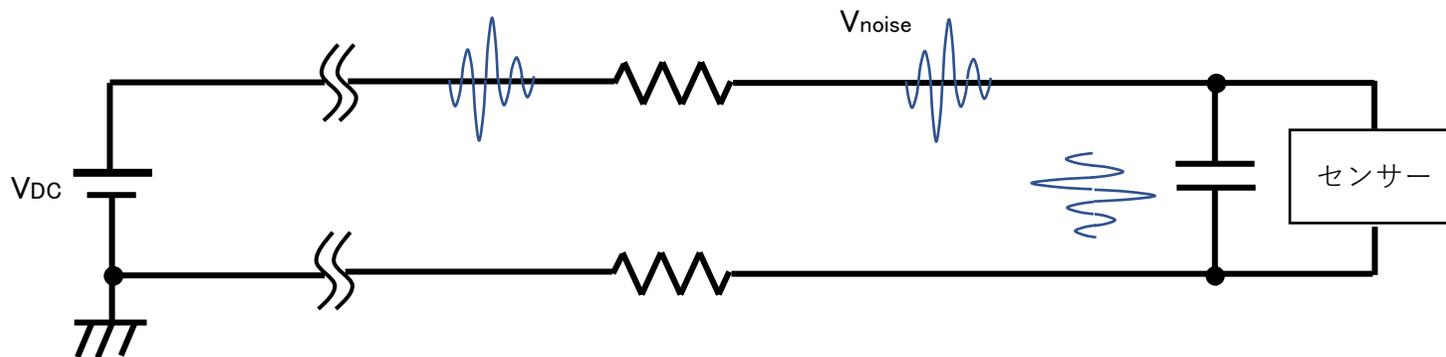
コンデンサ 直流は通さない、交流は通し易い



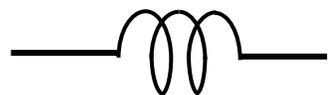
インピーダンス

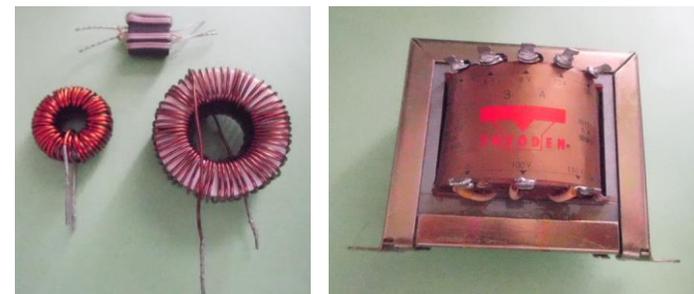
$$\frac{1}{2\pi f \cdot C} \quad [\Omega (\text{オーム})]$$

↑ 周波数 [Hz] ↑ キャパシタンス [F]



9. コイル、トランス

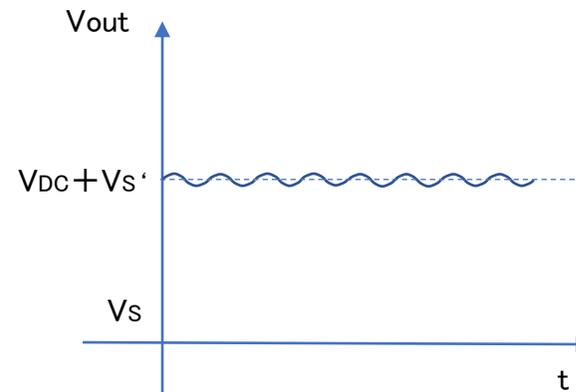
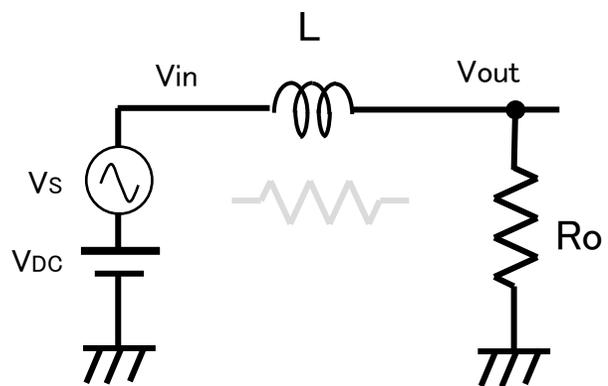
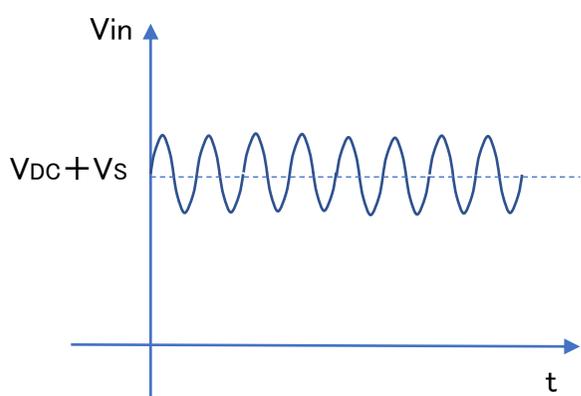
 インダクタンス L [H(ヘンリー)]



コイルやトランスは何をするために使うか？

ノイズ対策、共振回路、電圧変換など

コイル 直流は通す、交流は通しにくい

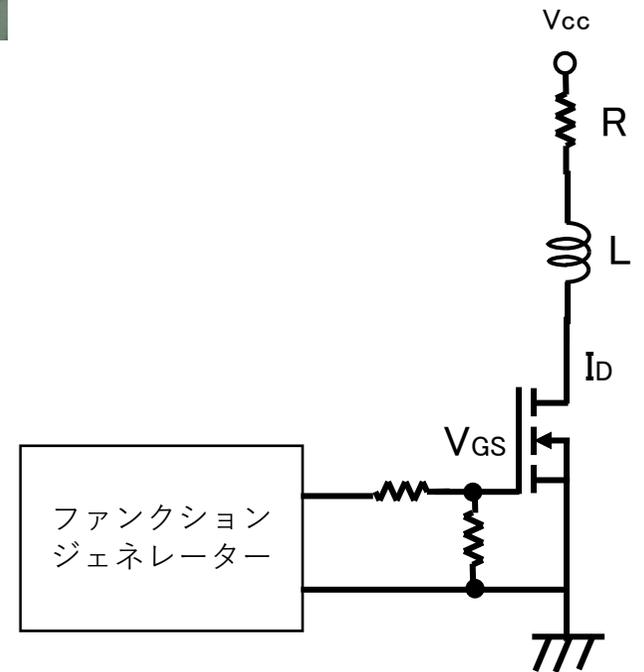
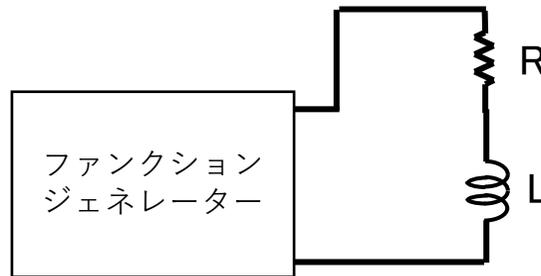
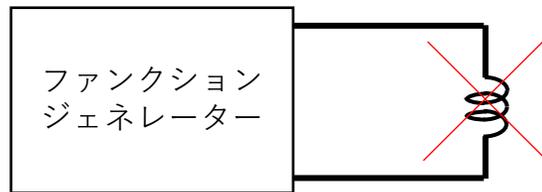
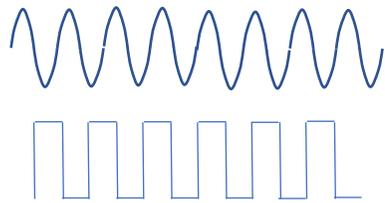
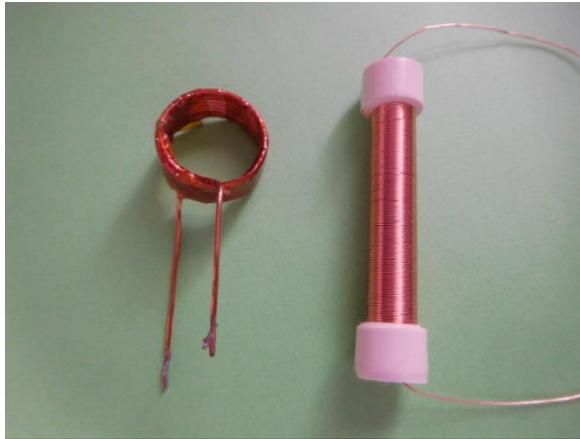
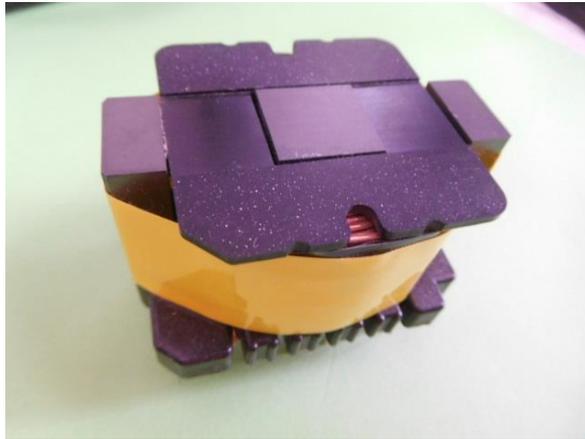


インピーダンス

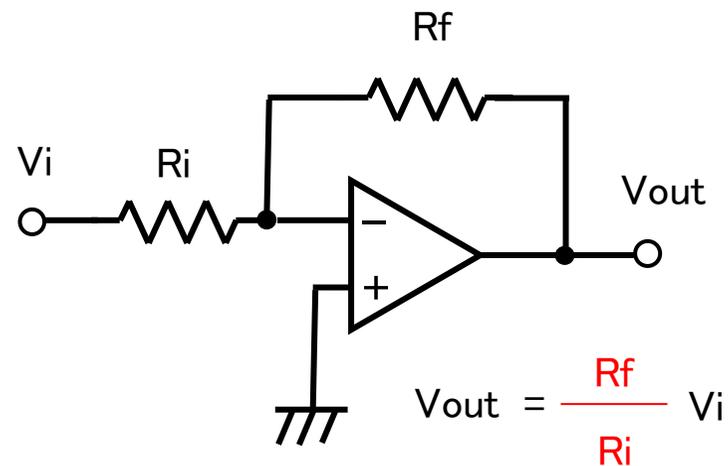
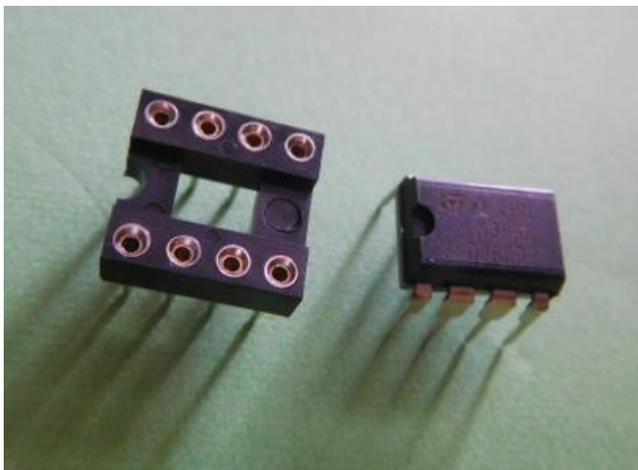
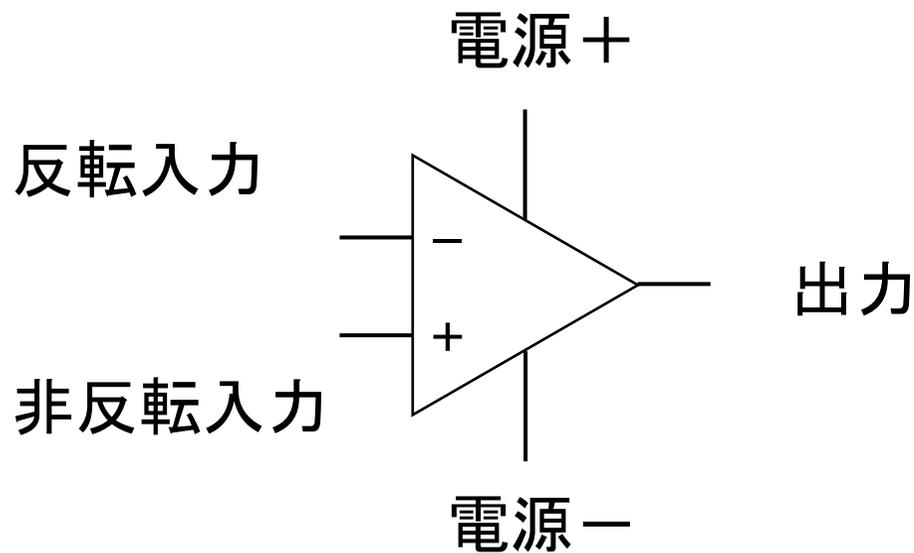
$$2\pi f \cdot L \quad [\Omega (\text{オーム})]$$

↑ ↑
周波数 [Hz] インダクタンス [H]

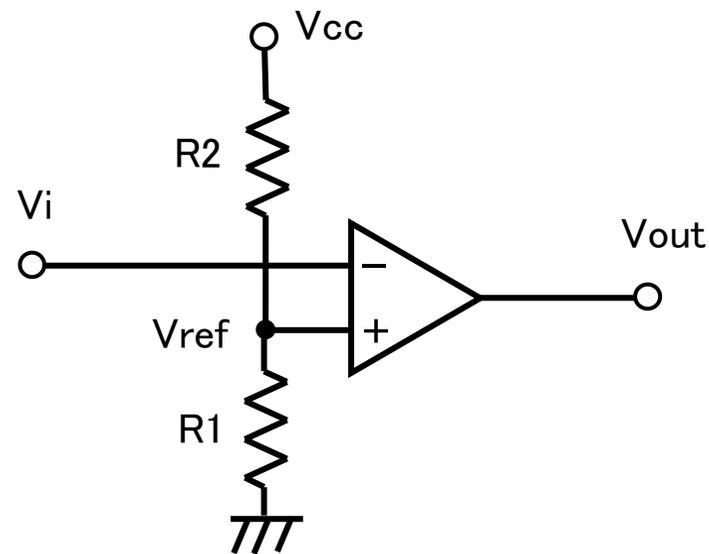
小さな電磁石があると便利



10. オペアンプ(演算増幅器)



増幅回路



コンパレータ(比較器)

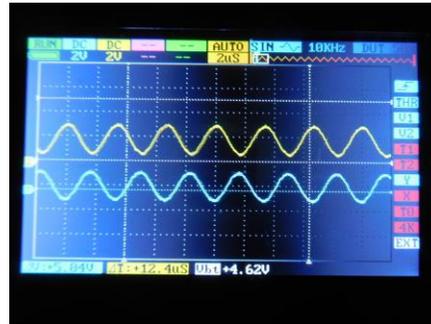
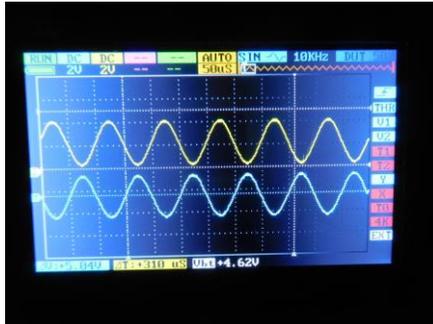
f=10kHz

f=300kHz

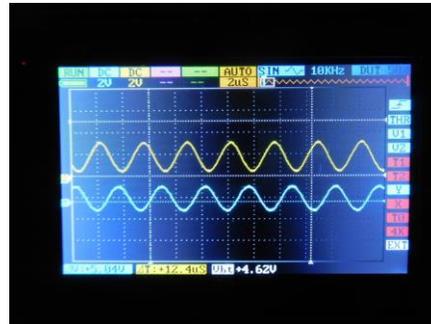
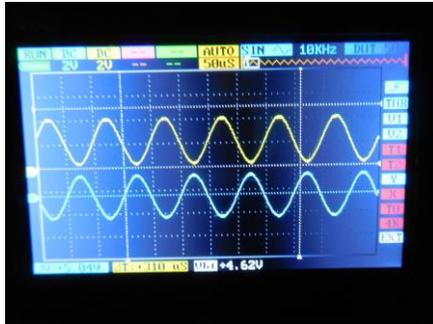
LM358N



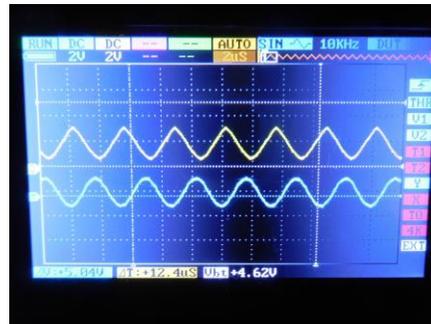
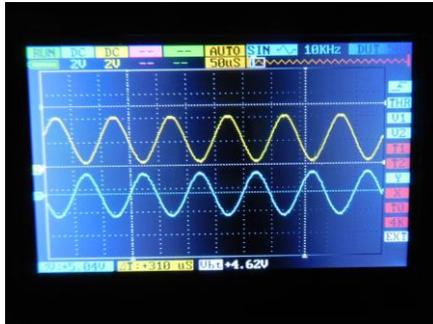
LT1498



TLC2272



NJU77902



GBP
(Gain bandwidth
product)

Vcc

1.1MHz

+/-16 or 32V

10MHz

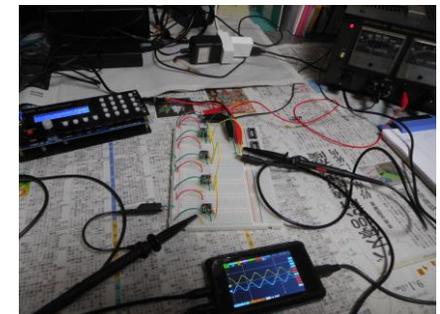
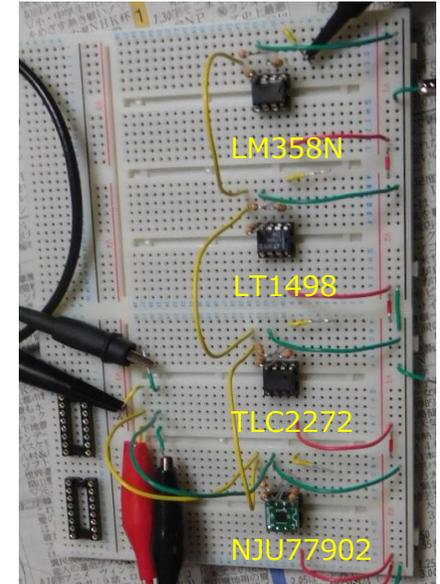
+/-18 or 36V
Rail to Rail
Input/Output

2.2MHz

+/-8 or 16V
Rail to Rail
Output

- MHz

18V
Rail to Rail
Input/Output



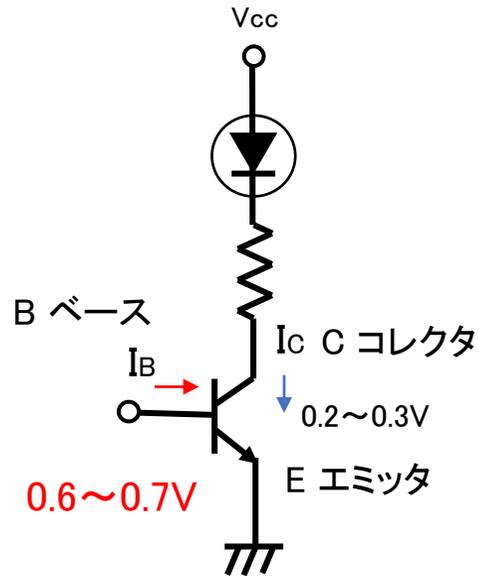
11. トランジスタとFET

トランジスタ

電流制御

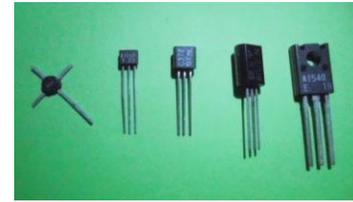
直流電流増幅率 hFE
数十～数百

$$I_c = hFE * I_B$$



信号用トランジスタ、FET

~300mA

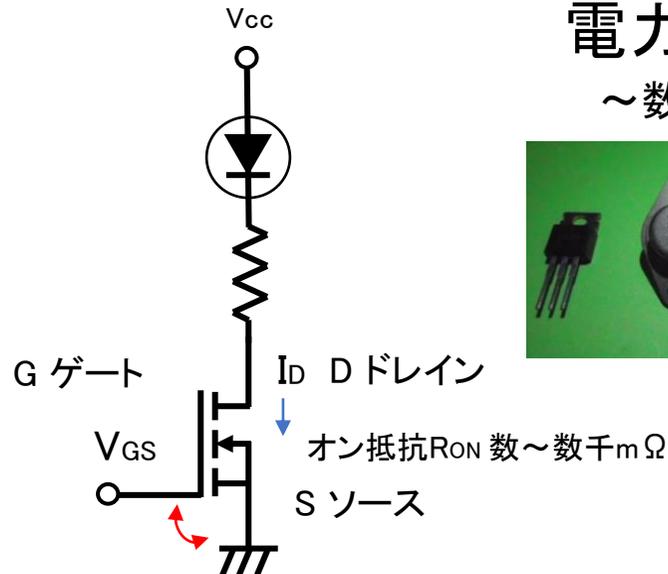


FET

電圧制御

低駆動電圧のFETが便利

$$V_{GS(th)} = 1.5V, 2.7V, 4V$$



電力用トランジスタ、FET

~数A



(豆知識)

トランジスタ

2SA**** 高周波用

2SB**** 低周波用

2SC**** 高周波用

2SD**** 低周波用

PNP型



バイアスが逆

NPN型

電流:P→N

FET

2SK**** nチャネル型

2SJ**** pチャネル型



バイアスが逆

改良番号

2SC****(アルファベット1) A, B, C, D, ..., K

電流増幅率 h_{FE} のランク

2SC****(アルファベット1)-(アルファベット2)

O: 70~140

Y: 120~240

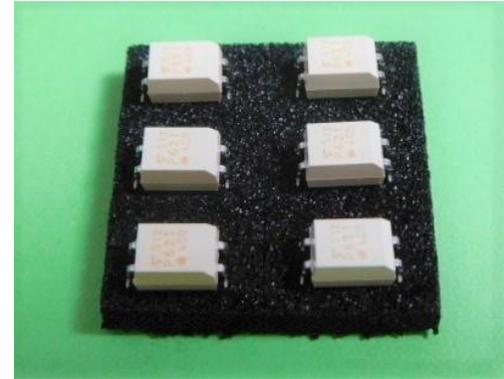
GR: 200~400

BL: 350~700

(東芝)

12. フォトカプラ

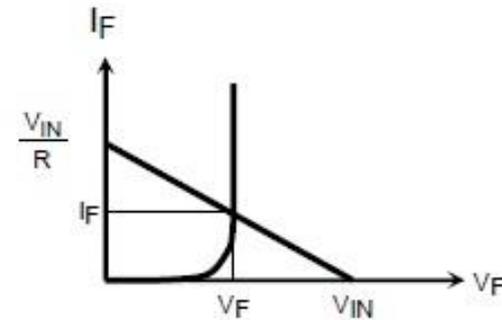
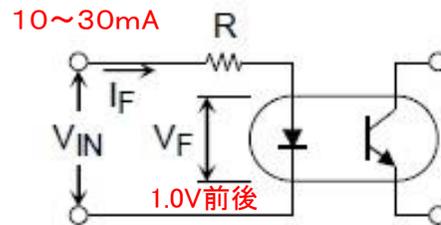
信号の絶縁に便利



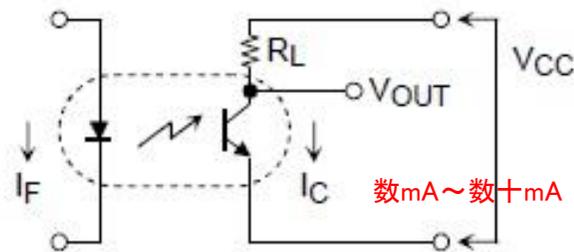
TLP261

入力側

$$R = \frac{V_{IN} - V_F}{I_F}$$



出力側

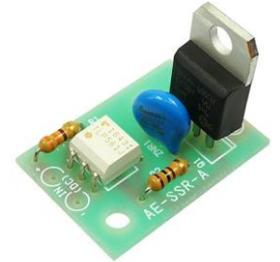
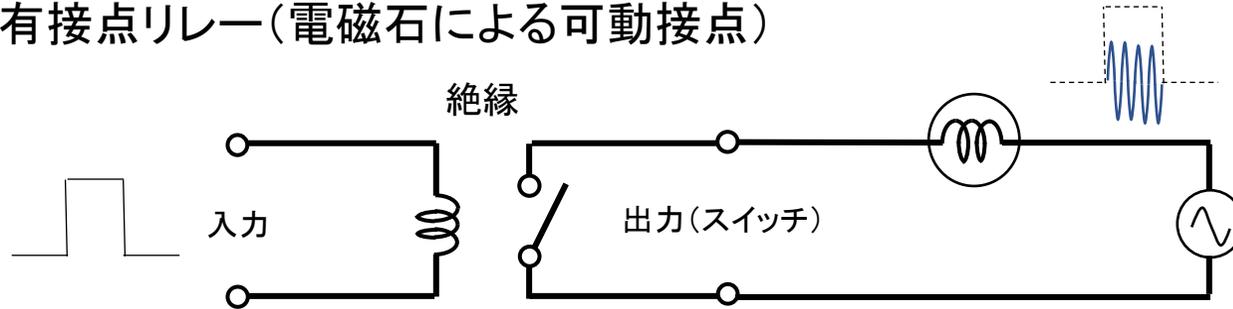


トランジスタフォトカプラ

図. TOSHIBAのカタログより

13. ソリッドステート・リレー(SSR)

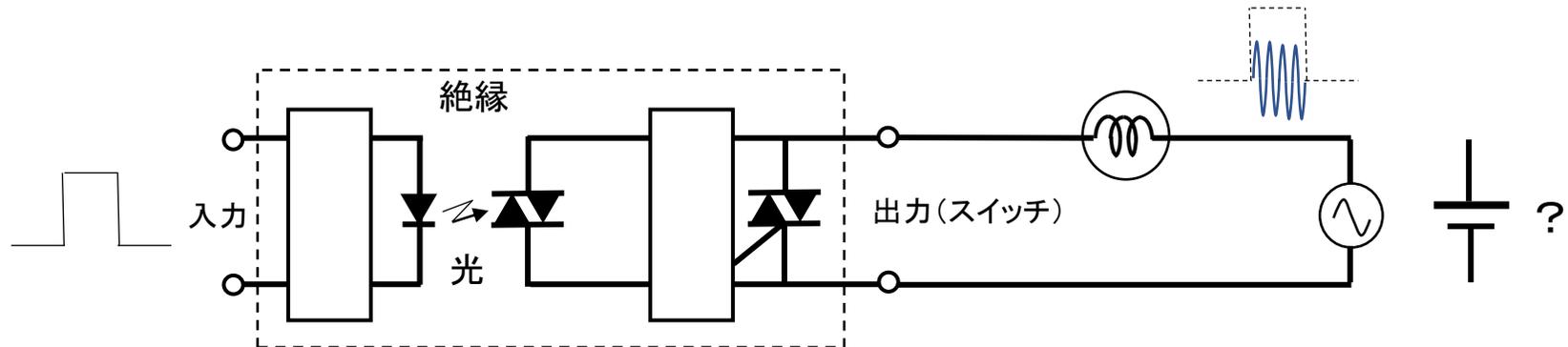
有接点リレー(電磁石による可動接点)



ソリッド・ステート・リレー (SSR) キット 25A (20A) タイプ

写真: 秋月電子通商ホームページより

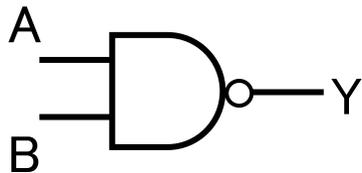
無接点リレー(フォトカプラと半導体スイッチ)



交流(AC) 負荷専用のSSRは、
直流(DC) 負荷では使用できない。

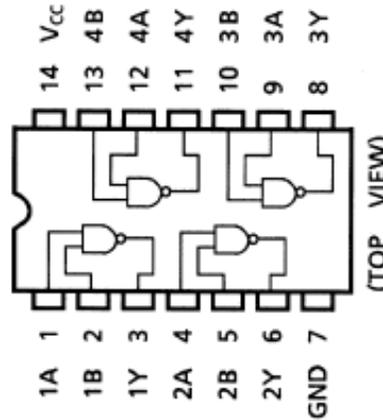
14. 汎用ロジックIC

NANDゲート TC74HC00AP



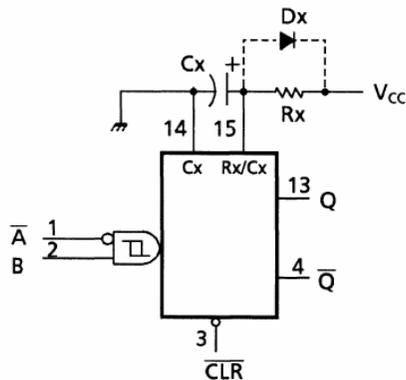
真理値表

A	B	Y
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L



単安定マルチバイブレータ

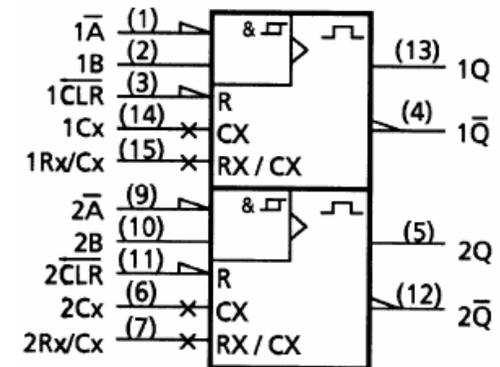
TC74HC423AP



真理値表

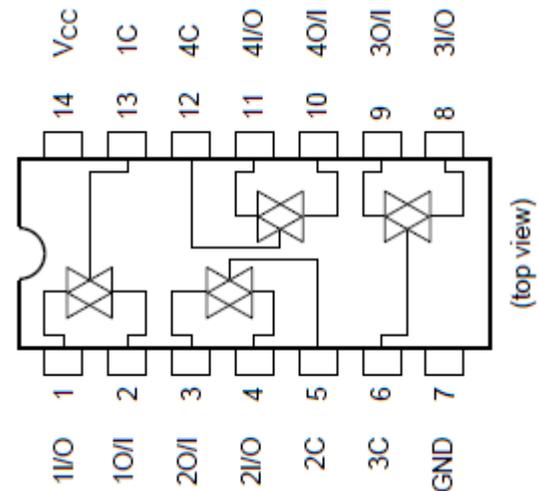
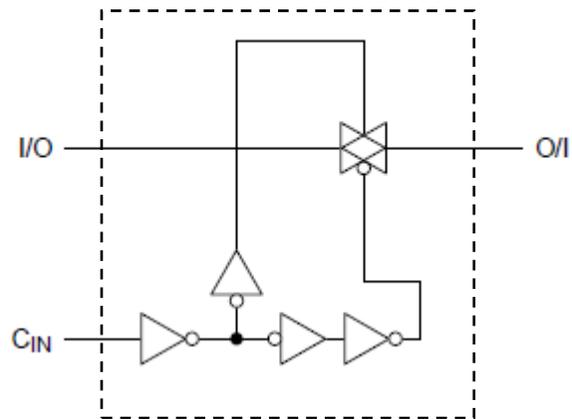
Inputs			Outputs		Note
\bar{A}	B	\bar{CLR}	Q	\bar{Q}	
\downarrow	H	H			Output Enable
X	L	H	L	H	Inhibit
H	X	H	L	H	Inhibit
L	\uparrow	H			Output Enable
X	X	L	L	H	Reset

X: Don't care



アナログスイッチ

TC74HC4066AP



真理値表

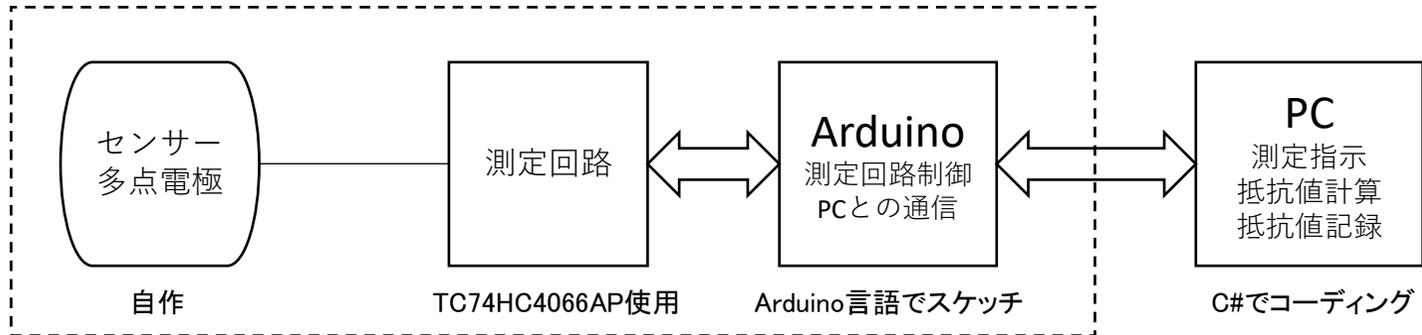
Control	Switch Function
H	On
L	Off

オン抵抗 50Ω

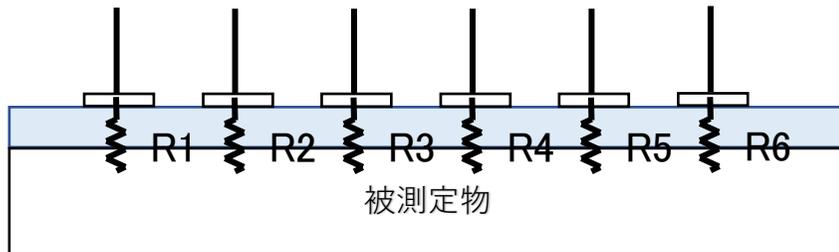
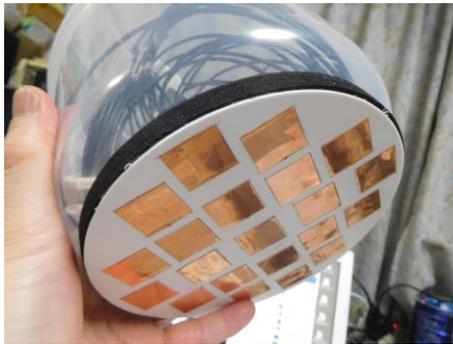


15. 検査装置の例

表面抵抗測定装置



現場のアイデアを形にする



R1+R2
R2+R3
R3+R4
...

個々のR*を計算

16. Tips

・マイコン側 (ArduinoやRaspBerryPiなど) の仕様

出力仕様 **最大出力電流 I_{MAX}**

出力インピーダンス (抵抗)

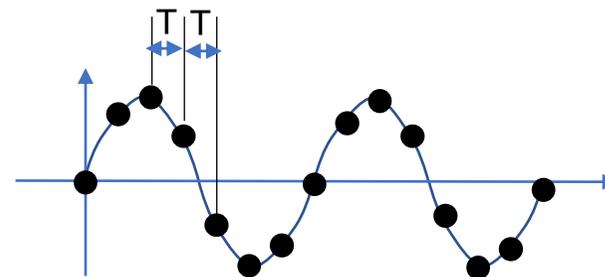
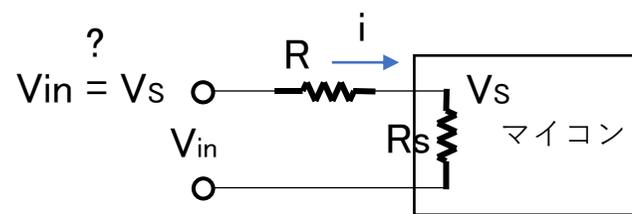
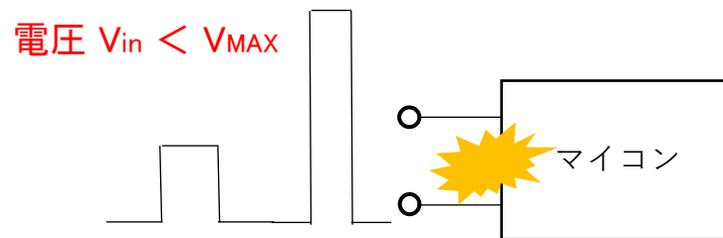
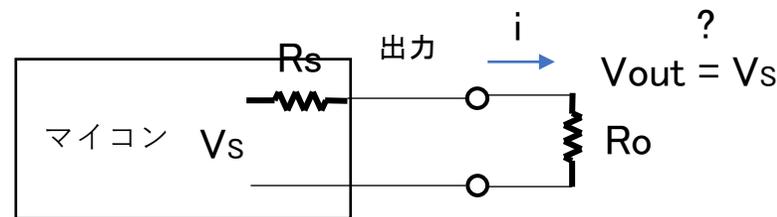
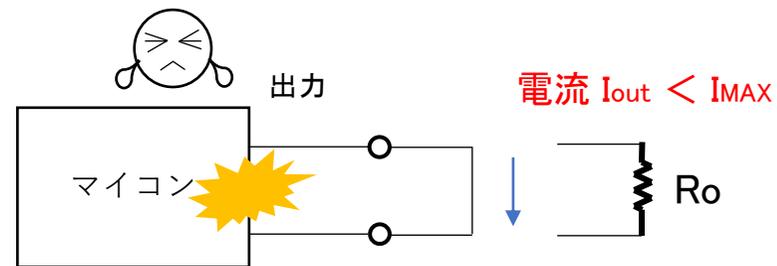
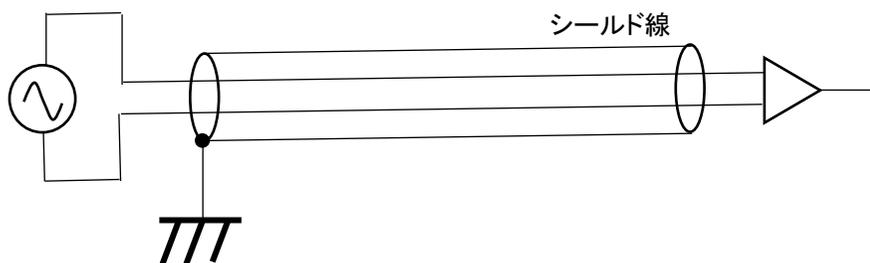
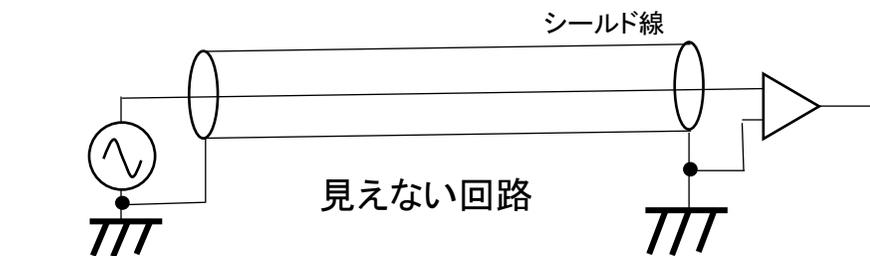
耐圧

入力仕様 **最大入力電圧、耐圧 V_{MAX}**

入力インピーダンス (抵抗)

サンプリング周期 T

・非平衡信号、平衡信号



IoT のための電子回路入門 終わり

(株)オフダイアゴナル 佐々木 教真