CS集会
#1

CPU作成編 第一章 論理回路入門

CS集会
募集

頼む誰か来て

募集中

- LT・講義してくれる人
- スライド作る人
- 集会を撮影する人
- 代理開催してくれる人
- ITニュース拾い・解説人
- CS分野の区切り考える人

CS集会 ＃１

CPU作成編 第一章 論理回路入門

NANDだけ使って作ろう論理回路

夜鍋ヨナ

自己紹介

Twitter@yonabeyona

- 名前　　　：夜鍋　ヨナ(よなべ　よな)
- Twitter　：@yonabeyona
- Discord　：yona#4981
- YouTube：@yonabeyona
- その他　　：社会人、CS好き、数学勉強中
  CSの中でもCAあたりが専門

注意

- なるべく書籍を参照するようにしてる
- 正しい情報になるよう努めます
- けど、ミスってたら遠慮なく教えてください
- マサカリも大歓迎です

今日やること

- CPUを作ろう!
- 論理回路入門
    - AND、OR、NOT
    - NAND、NOR
    - XOR、XNOR
    - 全部NANDで作ろう

Shukai

今日やること

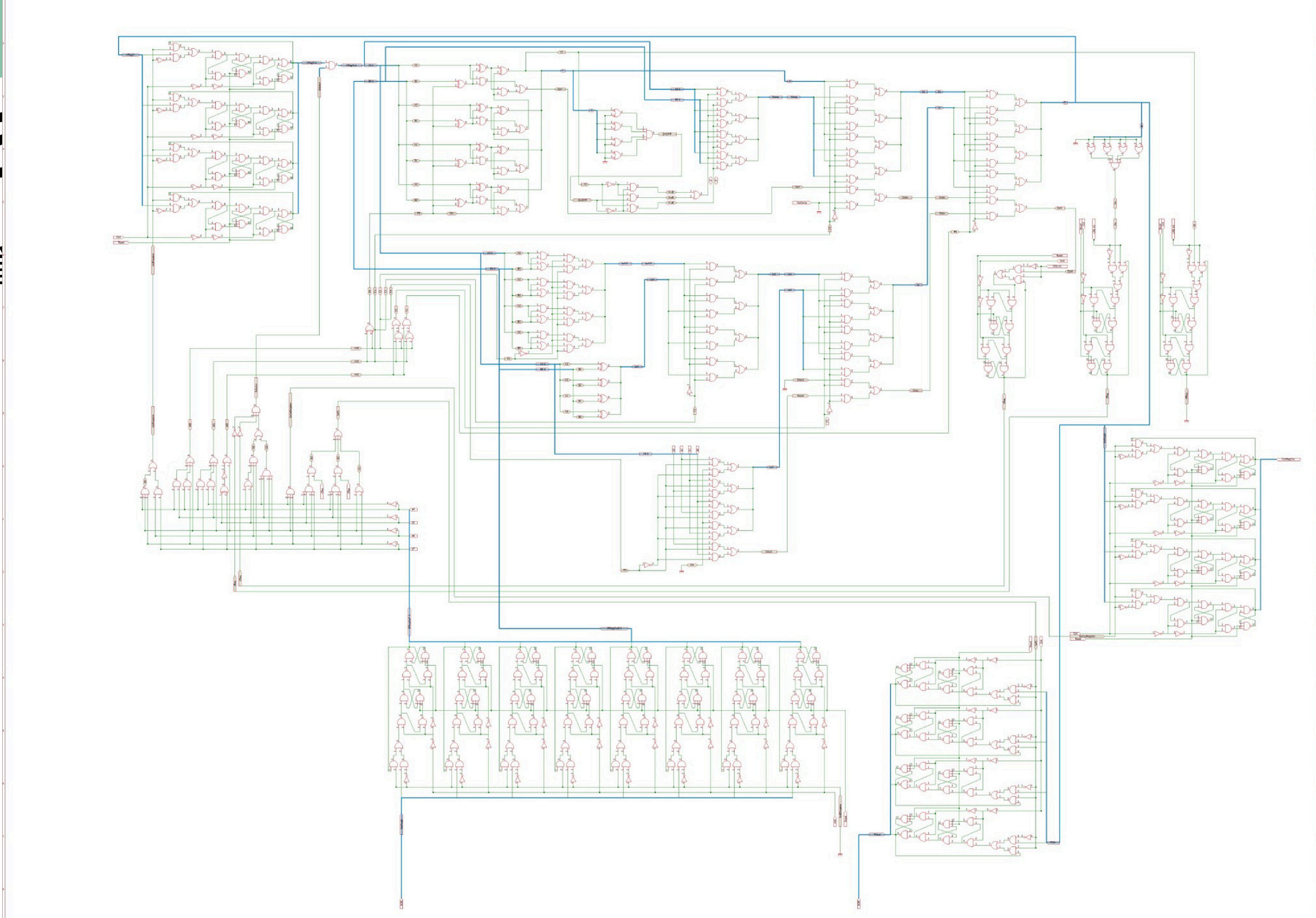
- CPUを作ろう!
- 論理回路入門
    - AND、OR、NOT
    - NAND、NOR
    - XOR、XNOR
    - 全部NANDで作ろう

CPUを作ろう

- これ覚えてますか?

CPUを

- これ覚



CPUを作ろう

- これを作りましょう
- マ?
- マ
- 我可?
- 你可

どう作るの?

- ゴール : 4bit CPUの完成

- ALU(Arithmetic and Logic Unit)
- デコーダ(MUX)
- セレクタ
- PC(Program Counter)
- メモリ(8bit * 16ワード)

どう作るの?

- ゴール : 4bit CPUの完成

- ALU(Arithmetic and Logic Unit) ← なんか計算するやつ
- デコーダ(MUX) ← なんか解読するやつ
- セレクタ ← なんか選択するやつ
- PC(Program Counter) ← なんか数えるやつ
- メモリ(8bit * 16ワード) ← なんか覚えるやつ

どう作るの?

- ゴール : 4bit CPUの完成

- ALU(Arithmetic and Logic Unit)
- デコーダ(MUX)
- セレクタ
- PC(Program Counter)
- メモリ(8bit * 16ワード)

→その前に論理回路やろうぜ!!!!

今日やること

- CPUを作ろう!
- 論理回路入門
  - AND、OR、NOT
  - NAND、NOR
  - XOR、XNOR
  - 全部NANDで作ろう

今日やること

- CPUを作ろう!
- 論理回路入門
    - AND、OR、NOT
    - NAND、NOR
    - XOR、XNOR
    - 全部NANDで作ろう

今日やること

- CPUを作ろう!
- 論理回路入門
  - AND、OR、NOT……の前に小話
  - NAND、NOR
  - XOR、XNOR
  - 全部NANDで作ろう

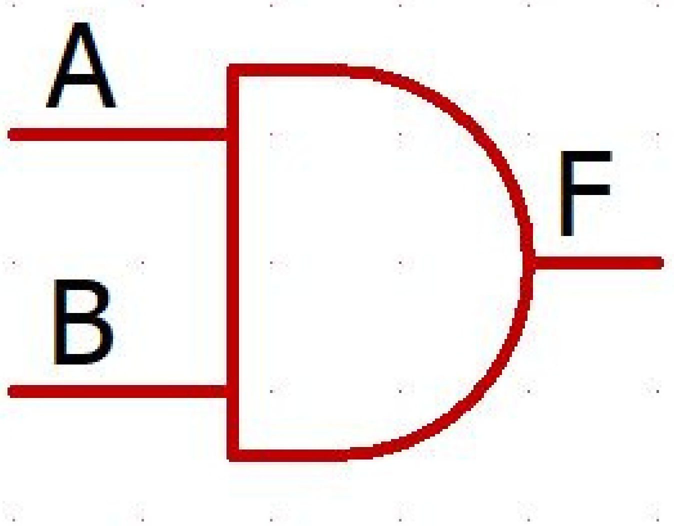
真理値表について

今日のテンプレ

- 言葉による定義
  AとBが1のときのみ
  Fが1

- 数式 $F = AB$
  $= A \bullet B$
  $= A \circ B$

- 図記号



- 真理値表

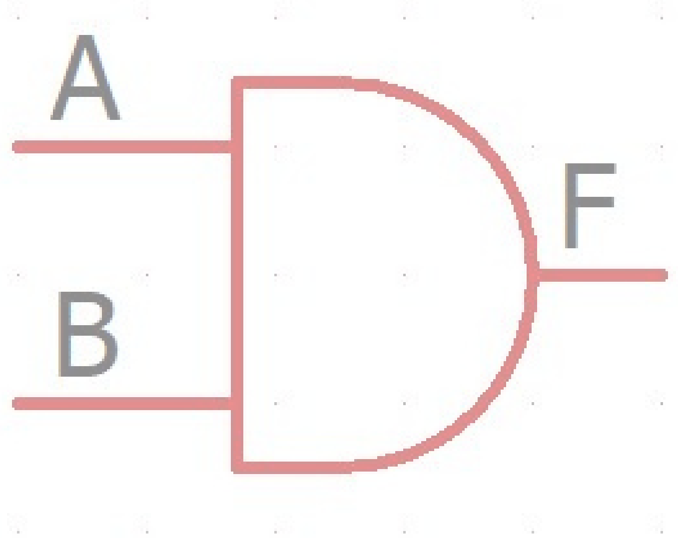
A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

真理値表について

- 言葉による定義
  AとBが1のときのみ
  Fが1

- 数式 $F = AB$
  $= A \bullet B$
  $= A \circ B$

- 図記号



これのこと→

- 真理値表

A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

真理値表とは

論理式の関数(数式)における、

すべての入力パターンに対する

出力を表の形にまとめたもの

→論理式は入力が0か1しか無いので、

入力が2本なら2^2この入出力パターンを作る

ANDを例に出す

ANDの
真理値表

A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

流儀によるけど……

0 を 偽、F(alse)、$\overline{A}$ 、L(ow)、$\perp$ 、$\curlywedge$

1 を 真、T(rue)、A 、H(igh)、$\top$ 、$\curlyvee$

今日やること

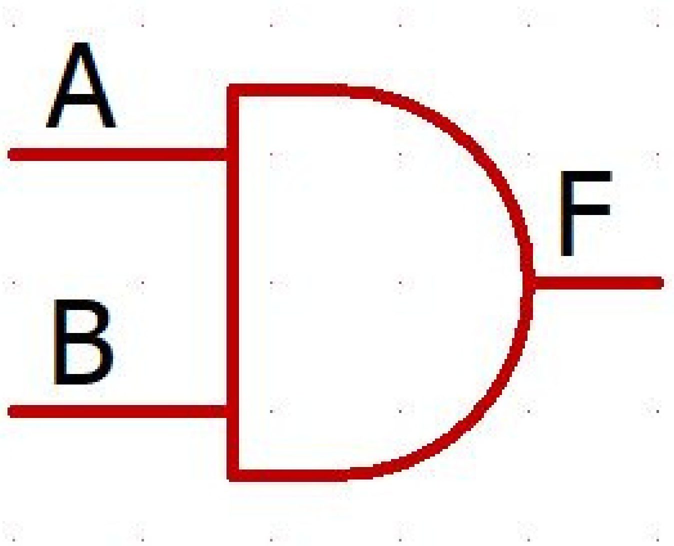
- CPUを作ろう!
- 論理回路入門
  - AND、OR、NOT
  - NAND、NOR
  - XOR、XNOR
  - 全部NANDで作ろう

AND

- 言葉による定義
  AとBが1のときのみ
  Fが1

- 数式 $F = AB$
  $= A \bullet B$
  $= A \circ B$

- 図記号



- 真理値表

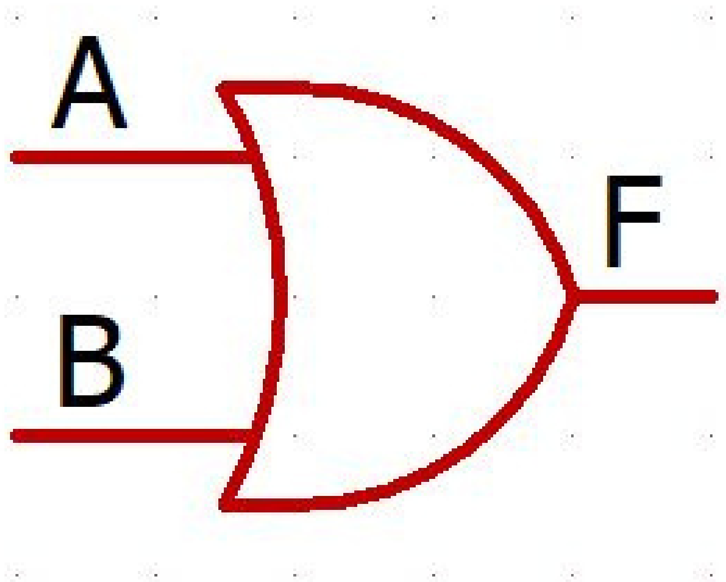
A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

OR

- 言葉による定義
  AかBが、もしくは両方
  1のときのみFは1

- 数式 $\boldsymbol{F = A + B}$

- 図記号



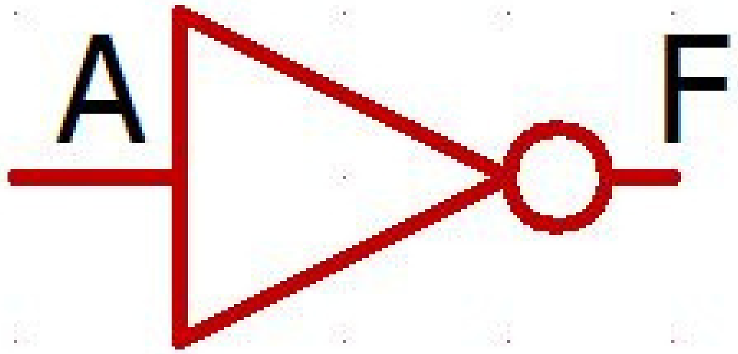
- 真理値表

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

NOT

- 言葉による定義
  Aが1のときFは0
  Aが0のときFは1

- 図記号



- 真理値表

A	F
0	1
1	0

- 数式 $F=\overline{A}$

$$=\neg A$$

$$=A'$$

今日やること

- CPUを作ろう!
- 論理回路入門
    - AND、OR、NOT
    - NAND、NOR
    - XOR、XNOR
    - 全部NANDで作ろう

NAND

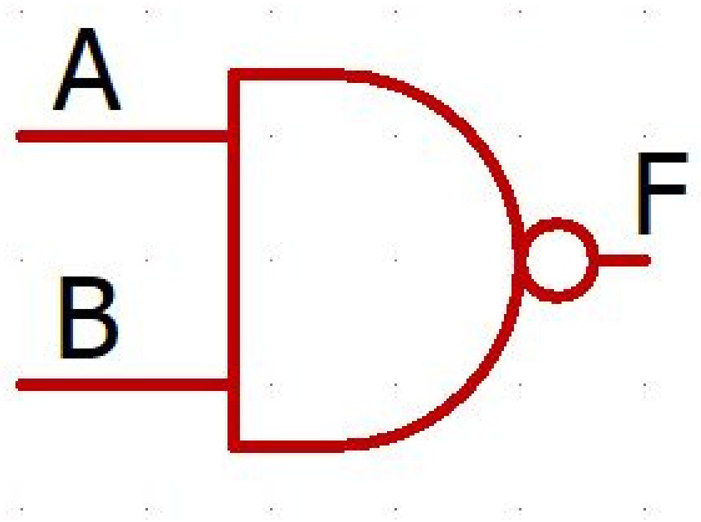
- 言葉による定義
  AとBが1のときのみ
  Fが0

- 数式 $F = \overline{AB}$

$$= \overline{A \bullet B}$$

$$= \overline{A \circ B}$$

- 図記号



- 真理値表

A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

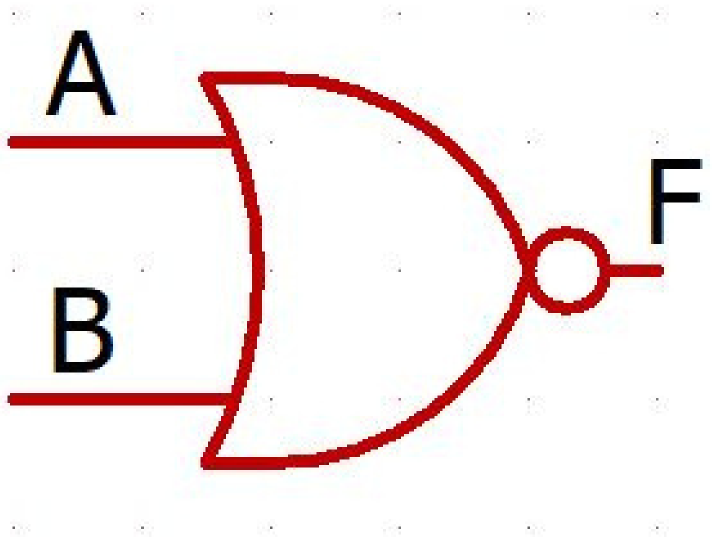
NOR

- 言葉による定義

  AかBが、もしくは両方1のときのみFは0

- 数式 $F = \overline{A + B}$

- 図記号



- 真理値表

A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

今日やること

- CPUを作ろう!
- 論理回路入門
    - AND、OR、NOT
    - NAND、NOR
    - XOR、XNOR
    - 全部NANDで作ろう

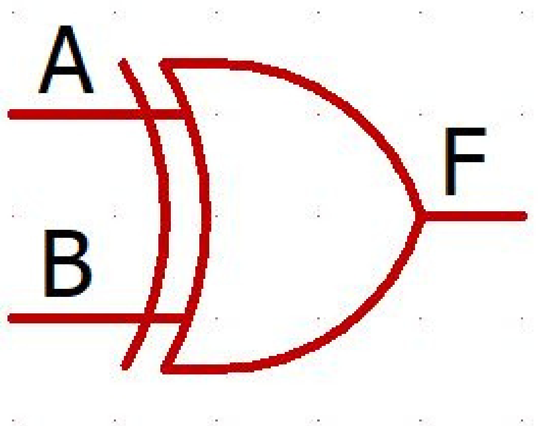
XOR

- 言葉による定義
  AとBが不一致のとき
  Fが1

- 数式 $F = A \oplus B$

  $= \overline{A}B + A\overline{B}$

- 図記号



- 真理値表

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

XNOR

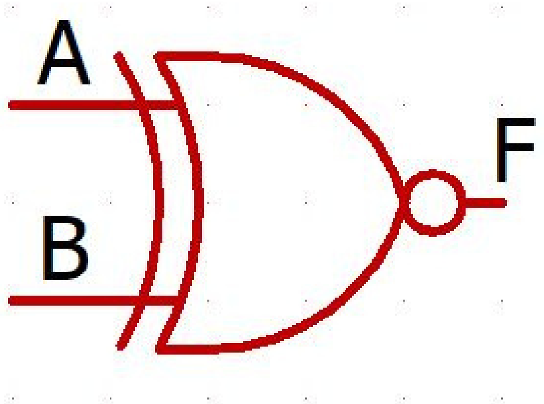
- 言葉による定義
  AとBが一致のとき
  Fが1

- 数式 $F = A \otimes B$

$$= \overline{A \oplus B}$$

$$= \overline{A}\,\overline{B} + AB$$

- 図記号



- 真理値表

A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

今日やること

- CPUを作ろう!
- 論理回路入門
  - AND、OR、NOT
  - NAND、NOR
  - XOR、XNOR
  - 全部NANDで作ろう

今日やること

- CPUを作ろう!
- 論理回路入門
  - AND、OR、NOT
  - NAND、NOR
  - XOR、XNOR
  - 全部NANDで作ろう……の前に小話

一瞬だけブール代数定理

- ドモルガンの法則
- 分配律
- べき等律
- 同一律
- 補元律
- 対合律

一瞬だけブール代数定理

- ドモルガンの法則

$$\overline{A}+\overline{B}=\overline{A\cdot B}$$

- 入力を反転した和は、出力を反転した積と等しい

$$\overline{A}\cdot\overline{B}=\overline{A+B}$$

- 入力を反転した積は、出力が反転した和と等しい

- 分配律

$$A(B+C)=AB+AC$$

- ブール代数も分配法則がある

一瞬だけブール代数定理

- べき等律

$$A = A + A$$

$$A = A \cdot A$$

自身との和・積は自身

- 対合律

$$A = \overline{\overline{A}}$$

自身の二重否定は自身

- 同一律

$$A + 0 = A$$

$$A \cdot 1 = A$$

単位元の演算は自身

- 補元律

$$A + \overline{A} = 1$$

$$A \cdot \overline{A} = 0$$

自身と自身の否定に関する演算

今日やること

- CPUを作ろう!
- 論理回路入門
  - AND、OR、NOT
  - NAND、NOR
  - XOR、XNOR
  - 全部NANDで作ろう

NANDがあれば何でもできる

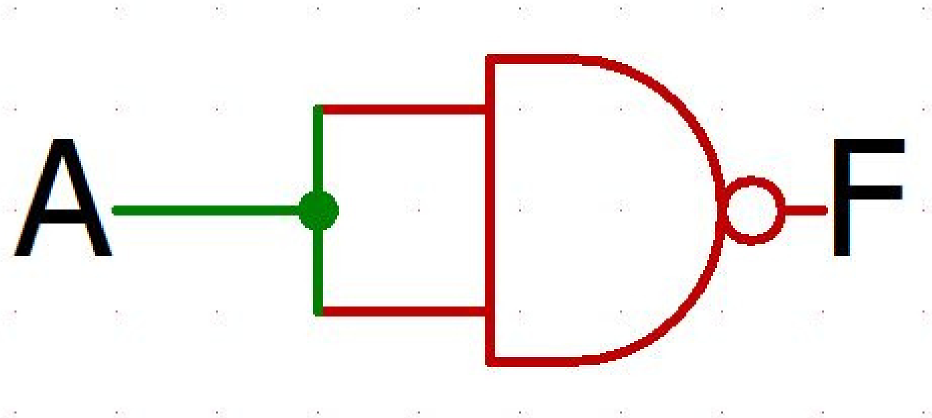
NOT

- 数式

$$\overline{A} = \overline{(A \bullet A)}$$

べき等律

- 回路図



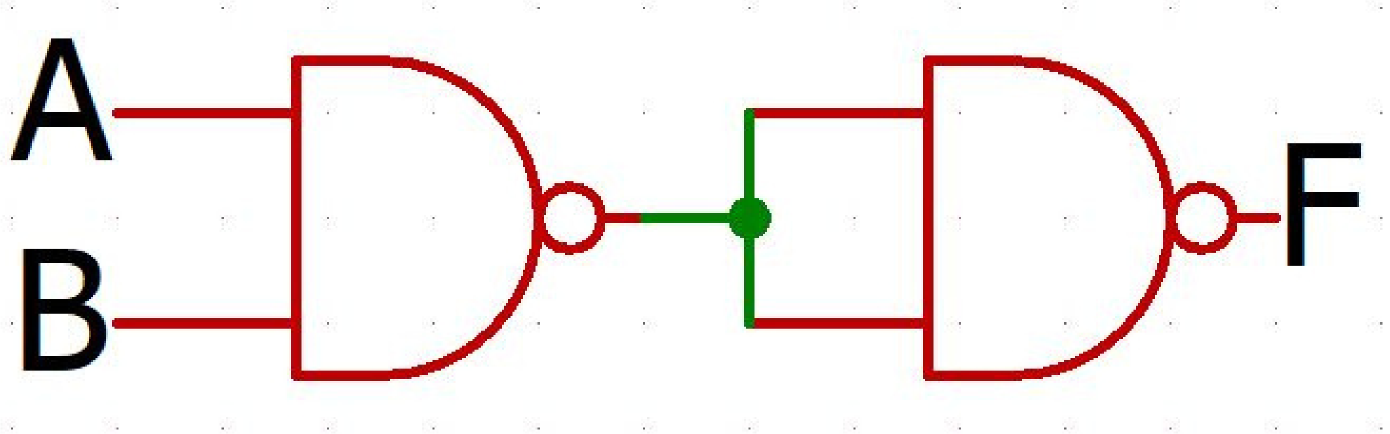
NANDがあれば何でもできる

AND

- 数式

$$AB = \overline{\overline{AB}}$$
$$= \overline{(\overline{AB}) \bullet (\overline{AB})}$$

- 回路図



対合律、べき等律

NANDがあれば何でもできる

OR

- 数式

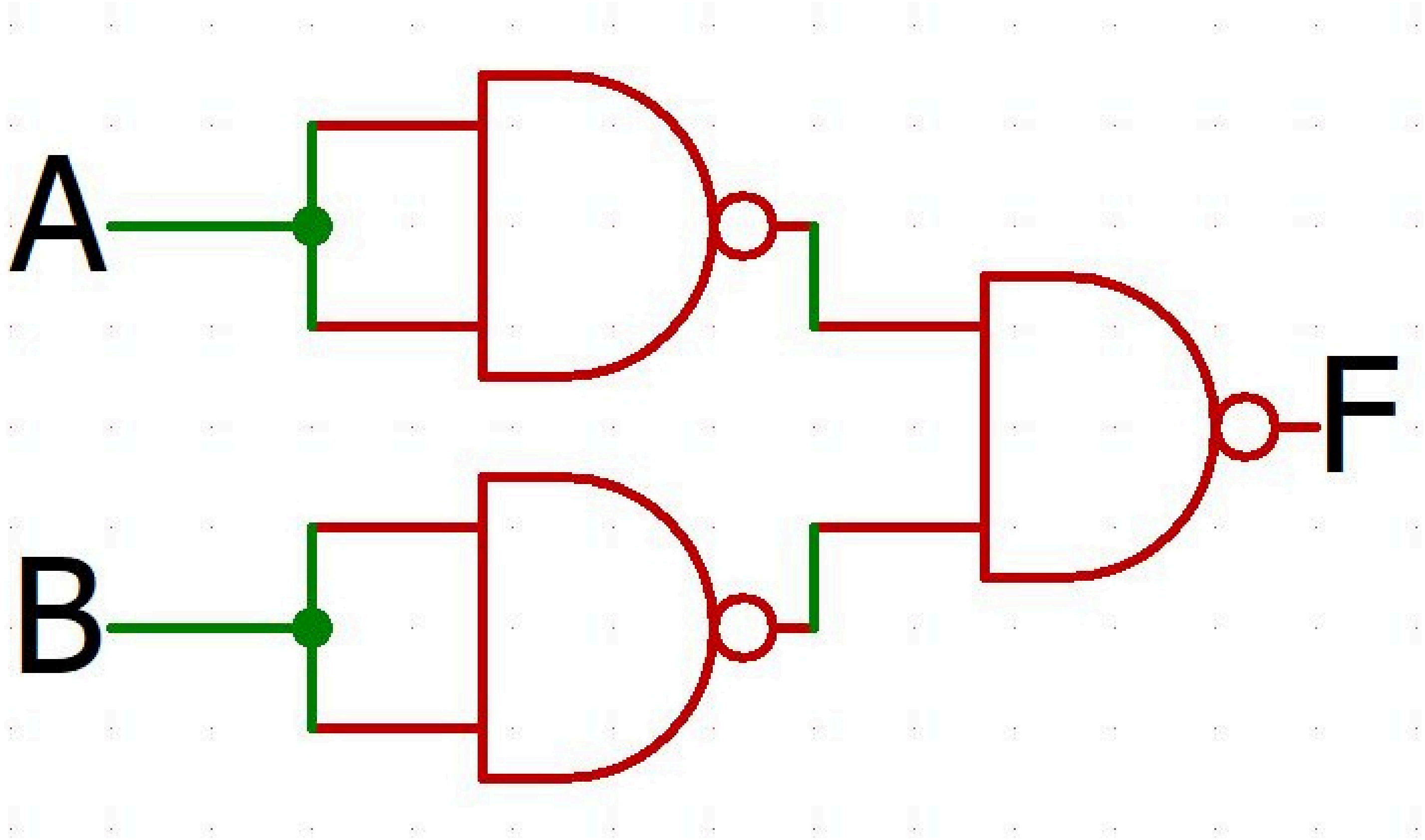
$$A + B = \overline{\overline{A + B}}$$

$$= \overline{(\overline{A} \bullet \overline{B})}$$

$$= \overline{(\overline{AA} \bullet \overline{BB})}$$

対合律、ド・モルガン
べき等律

- 回路図



NANDがあれば何でもできる

XOR

- 数式

$$
\begin{aligned}
A\overline{B} + \overline{A}B &= A\overline{B} + \overline{A}B + 0 + 0 && \text{同一律} \\
&= A\overline{B} + \overline{A}B + A\overline{A} + B\overline{B} && \text{補元律} \\
&= A\overline{B} + A\overline{A} + \overline{A}B + B\overline{B} && \\
&= A(\overline{A} + \overline{B}) + B(\overline{A} + \overline{B}) && \text{分配律} \\
&= A(\overline{AB}) + B(\overline{AB}) && \text{ド・モルガン} \\
&= \overline{\overline{A(\overline{AB}) + B(\overline{AB})}} && \text{対合律} \\
&= \overline{\overline{A(\overline{AB})} \bullet \overline{B(\overline{AB})}} && \text{ド・モルガン}
\end{aligned}
$$

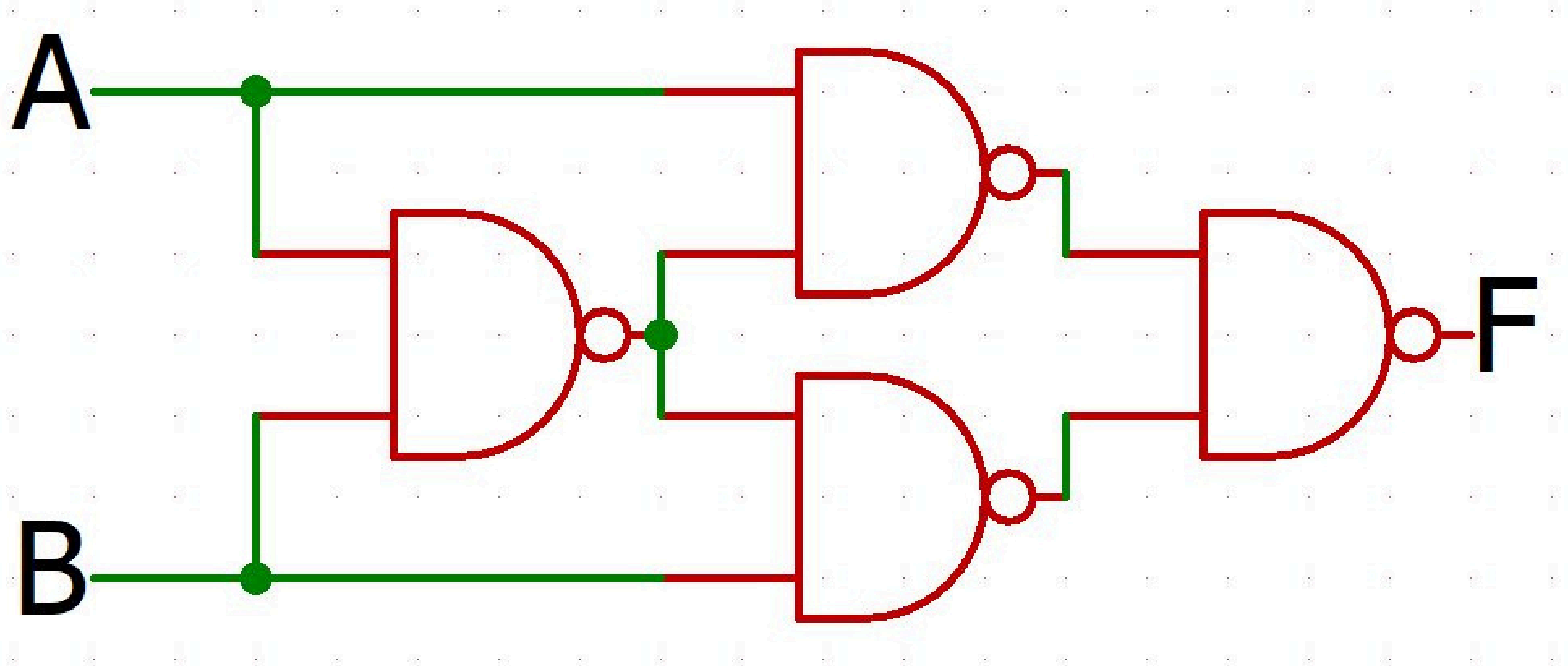
NANDがあれば何でもできる

XOR

- 数式

$$\overline{\overline{A(\overline{AB})} \bullet \overline{B(\overline{AB})}}$$

- 回路図



今日やること

- CPUを作ろう!
- 論理回路入門
    - AND、OR、NOT
    - NAND、NOR
    - XOR、XNOR
    - 全部NANDで作ろう

今日やること

- CPUを作ろう!
- 論理回路入門
  - AND、OR、NOT
  - NAND、NOR
  - XOR、XNOR
  - 全部NANDで作ろう　← NORで同じことできないの?

今日やること

- CPUを作ろう!
- 論理回路入門
    - AND、OR、NOT
    - NAND、NOR
    - XOR、XNOR
    - 全部NANDで作ろう
    - 全部NORで作ろう

NORがあれば何でもできる

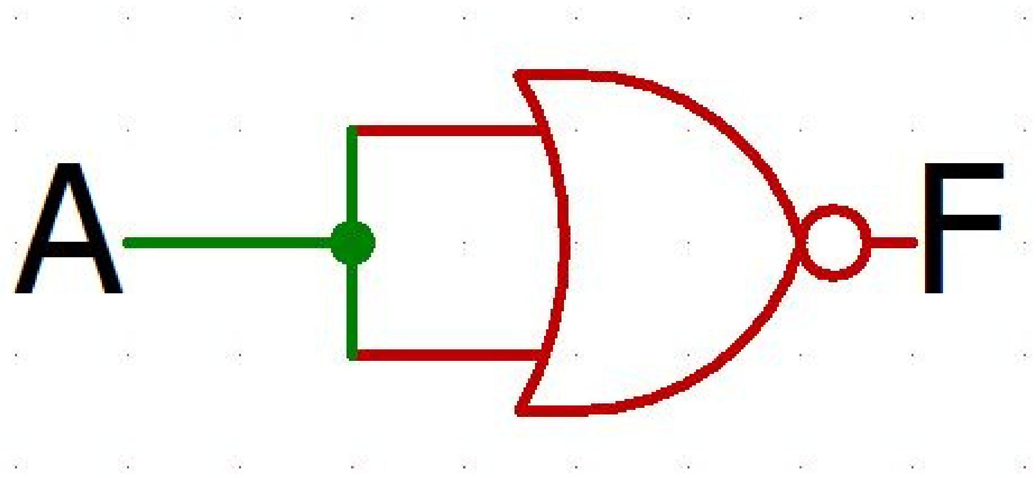
NOT

- 数式

$$\overline{A} = \overline{A + A}$$

べき等律

- 回路図



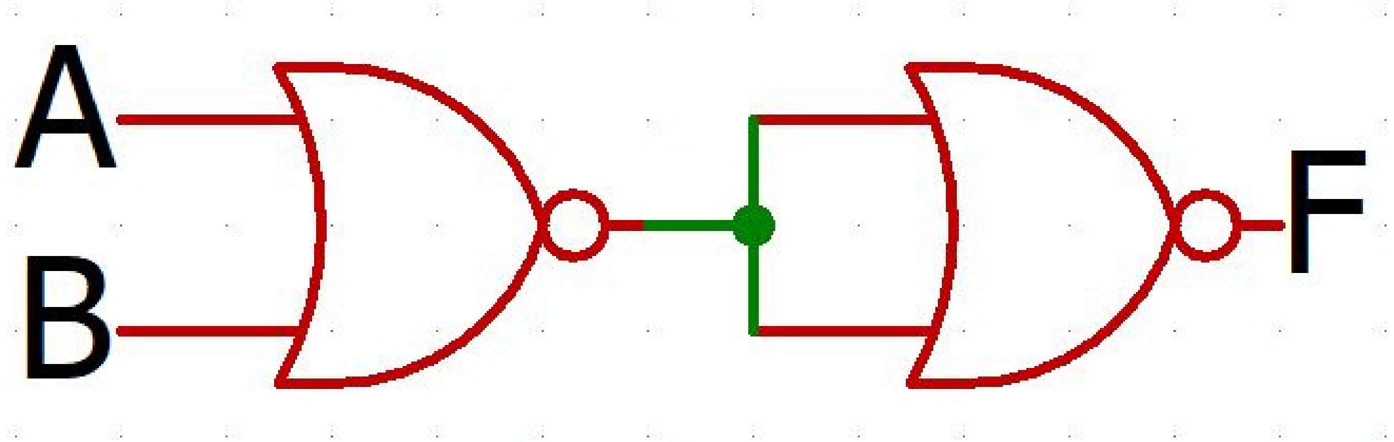
NORがあれば何でもできる

OR

- 数式

$$A + B = \overline{\overline{A + B}}$$
$$= \overline{((\overline{A + B}) + (\overline{A + B}))}$$

- 回路図



対合律、べき等律

NORがあれば何でもできる

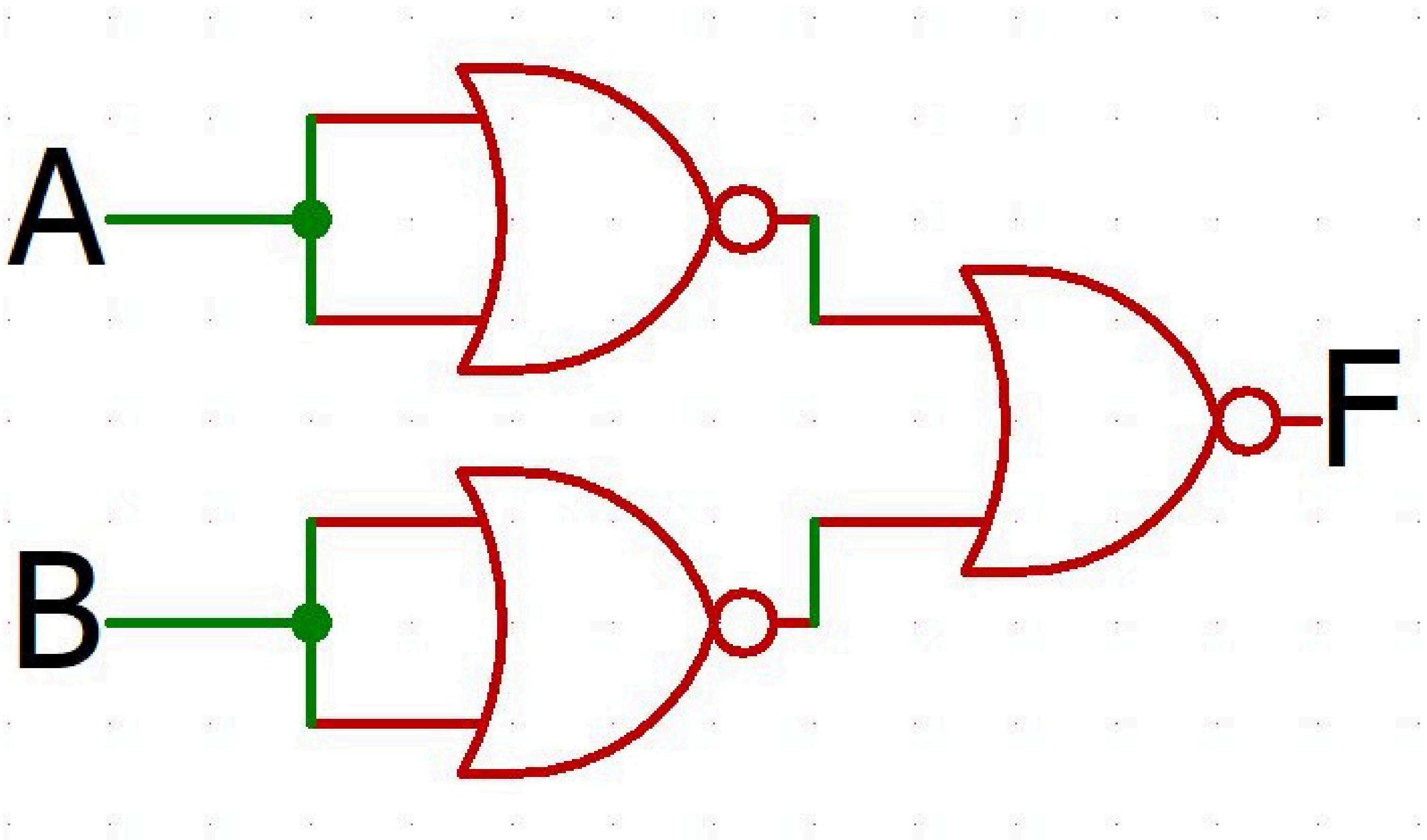
AND

- 数式

$$
\begin{aligned}
AB &= \overline{\overline{AB}} \\
&= \overline{\overline{A}+\overline{B}} \\
&= \overline{\overline{A+A}+\overline{B+B}}
\end{aligned}
$$

対合律、ド・モルガン
べき等律

- 回路図



NORがあれば何でもできる

XOR……の前に小話

真理値表から数式を作るやり方が2種類ある

- 真理値表の1を見るパターン

  →主加法標準形、和積の形と呼ぶ

- 真理値表の0を見るパターン

  →主乗法標準形、積和の形と呼ぶ

NORがあれば何でもできる

XOR……の前に小話

真理値表から数式を作るやり方が2種類ある

- 真理値表の1を見るパターン

  →主加法標準形

- 真理値表の0を見るパターン

  →主乗法標準形

NORがあれば何でもできる

XORの
真理値表

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

←ここと

←ここを使った

主加法標準形の場合

$$F = \overline{A}B + A\overline{B}$$

NORがあれば何でもできる

XORの
真理値表

主乗法標準形の場合

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

←ここと

←ここを使った

$$F = (A + B)(\overline{A} + \overline{B})$$

NORがあれば何でもできる

XOR

- 数式 $F = (A+B)(\overline{A}+\overline{B})$

$$= \overline{\overline{(A+B)(\overline{A}+\overline{B})}}$$

対合律

$$= \overline{\overline{(A+B)} + \overline{(\overline{A}+\overline{B})}}$$

ド・モルガン

$$= \overline{\overline{(A+B)} + \overline{(\overline{A+A}+\overline{B+B})}}$$

べき等律

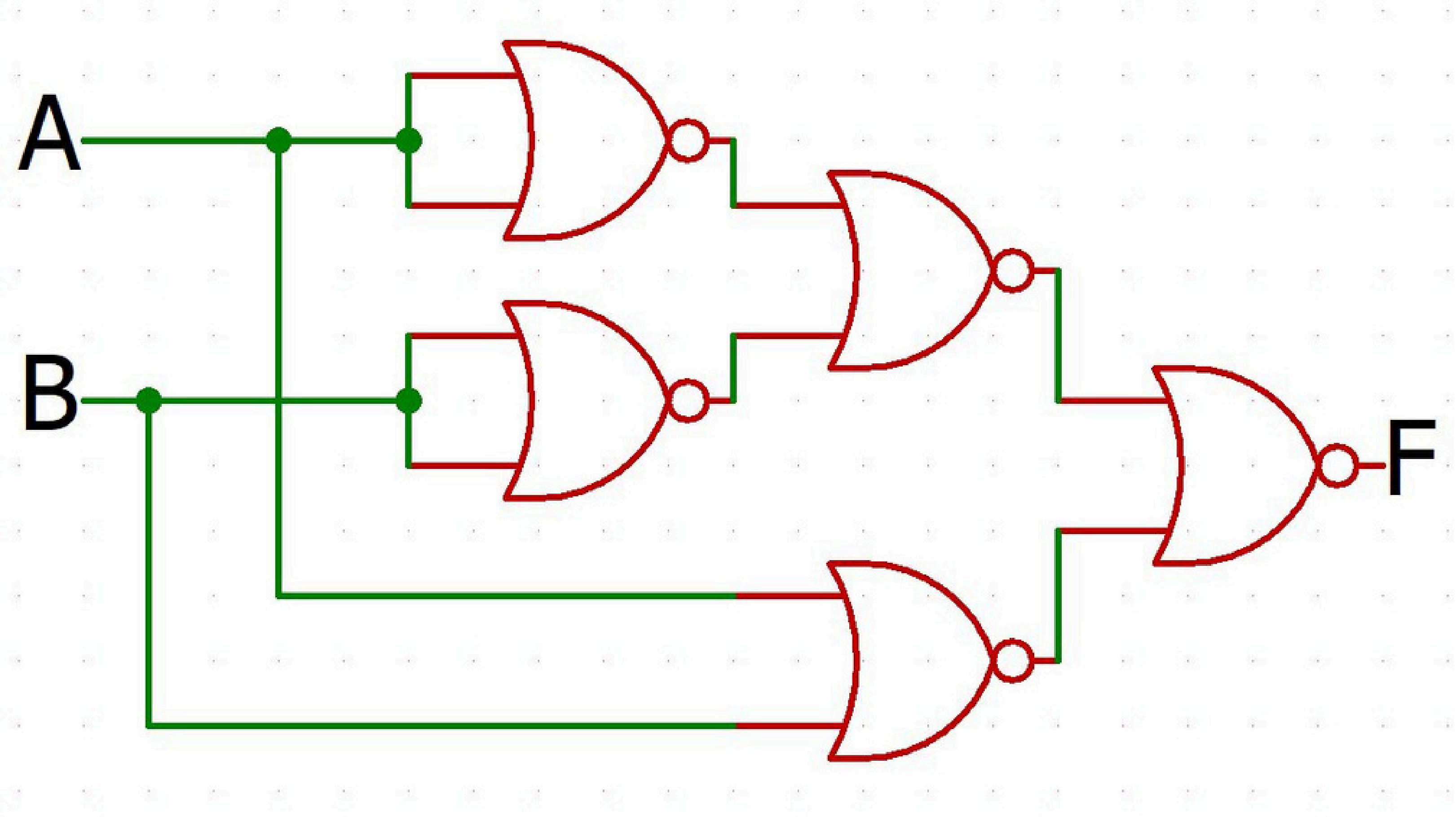
NORがあれば何でもできる

XOR

- 数式

$$\overline{\overline{(A+B)} + \overline{(\overline{A+A} + \overline{B+B})}}$$

- 回路図



今日やったこと

- 論理回路入門
  - AND、OR、NOT
  - NAND、NOR
  - XOR、XNOR
  - 全部NANDで作ろう
  - 全部NORで作ろう

今後やること

- ブール代数定理
  ウォークスルー
- 算術計算機を作ろう
- 論理計算機を作ろう

ちょっと待った!!

今回やること

- 論理回路入門
  - AND、OR、NOT
  - NAND、NOR
  - XOR、XNOR
  - 全部NANDで作ろう
  - 全部NORで作ろう

今後やること

- ブール代数定理
  ウォークスルー
- 算術計算機を作ろう
- 論理計算機を作ろう

ちょっと待った!!

- NAND、NORが最小単位なの?
- NOTの方が最小単位じゃないの?
- 実際のAND、ORはどうやって作ってるの?
- AND、ORっていう電気素子はないよね?
- 抵抗とかの素子だけで作れないの?

→後日のTLのネタにします

今日やったこと

- 論理回路入門
  - AND、OR、NOT
  - NAND、NOR
  - XOR、XNOR
  - 全部NANDで作ろう
  - 全部NORで作ろう

今後やること

- ブール代数定理
  ウォークスルー
- 算術計算機を作ろう
- 論理計算機を作ろう
- 電気素子でゲート作成
  ↑New！！

CS集会
募集

頼む誰か来て

募集中

- LT・講義してくれる人
- スライド作る人
- 集会を撮影する人
- 代理開催してくれる人
- ITニュース拾い・解説人
- CS分野の区切り考える人

CS集会
告知

Discord Server作成しました

Shukai

Discord サーバー作りました

discord.gg/ZCnUCmncDK

1. #rules 読んで
2. #自己紹介 したら
3. ロールをもらって
4. 全部見よう
5. Discord運営募集中