

# 試作回路の素子値と バッファについて

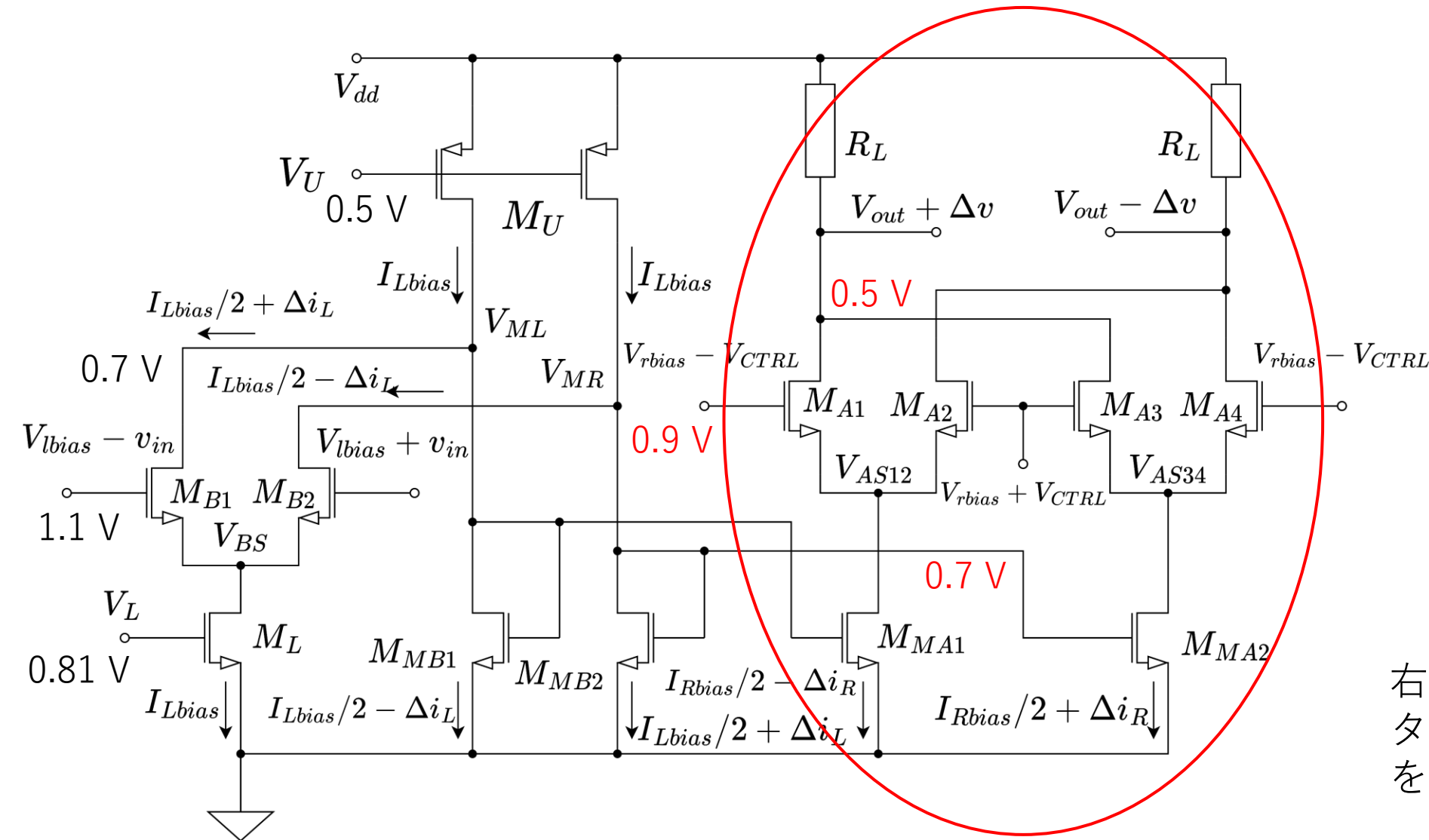
---

2023年 12月 4日

B4 小島 光

- ギルバート乗算回路の素子値
- シミュレーション結果
- バッファ回路の設計
- シミュレーション結果
- PADなどを含むシミュレーション

# ギルバート乗算回路の素子値



M <sub>A</sub>	L	0.18
	W	0.44
	M	16
M <sub>MA</sub>	L	0.18
	W	0.78
	M	32

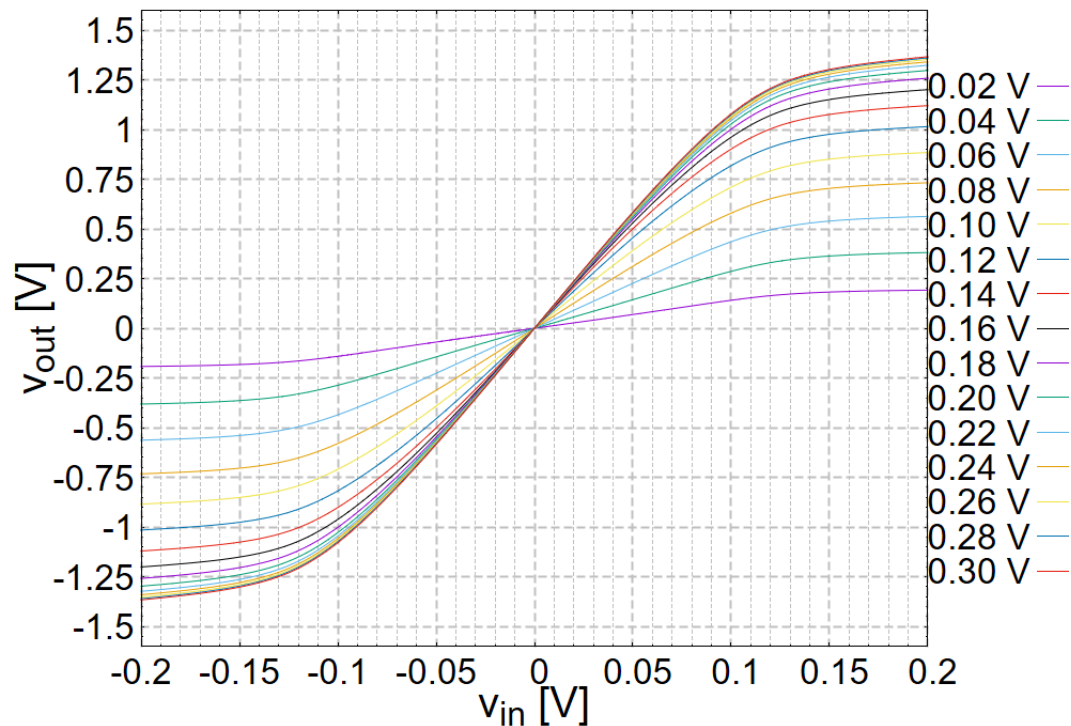


M <sub>A</sub>	L	0.18
	W	1.46
	M	32
M <sub>MA</sub>	L	0.18
	W	1.72
	M	16

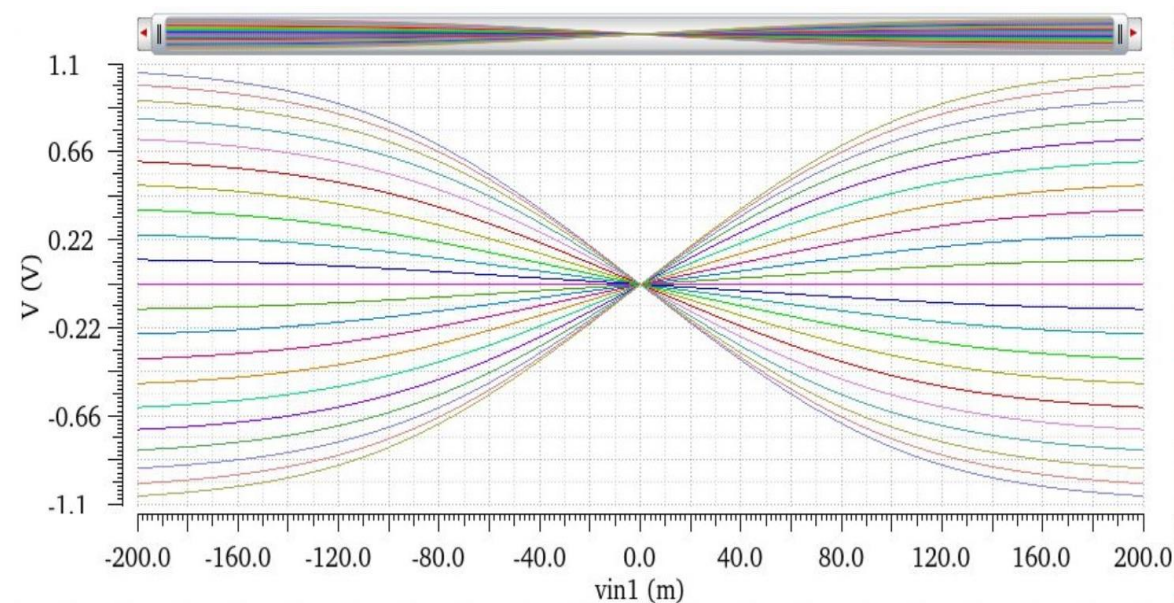
右側のトランスコンダクタンスを大きくし、倍率を大きくした。

# シミュレーション結果

ROHM 0.18  $\mu\text{m}$  Process



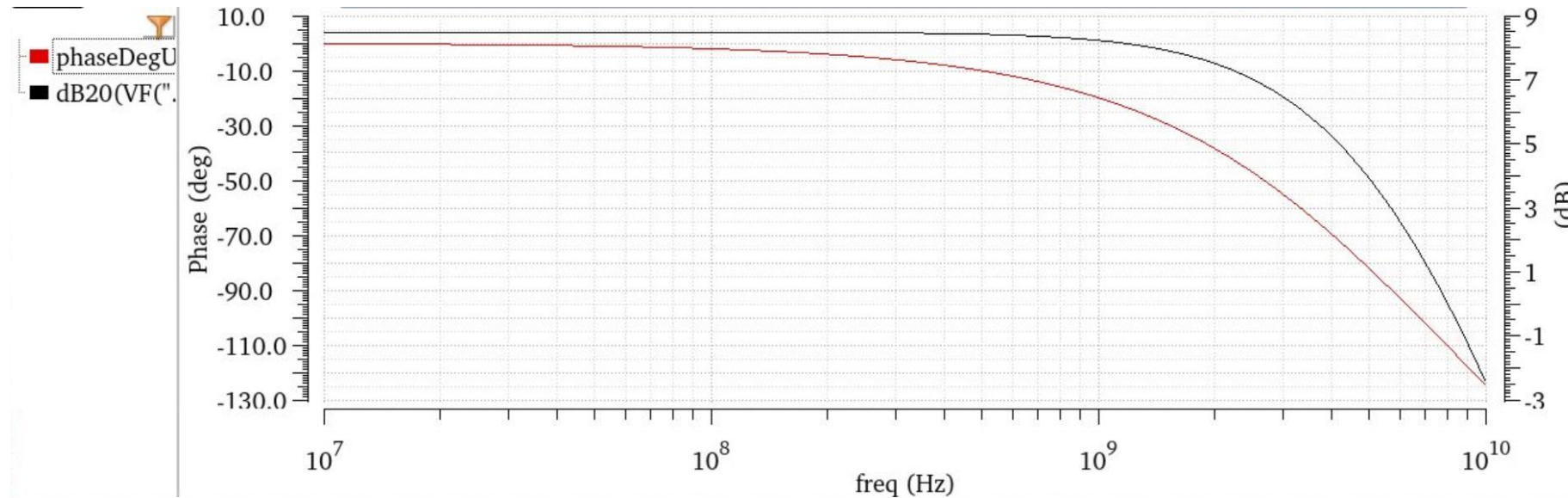
今回の設計



安藤さんの乗算器  
(春学期末発表より)

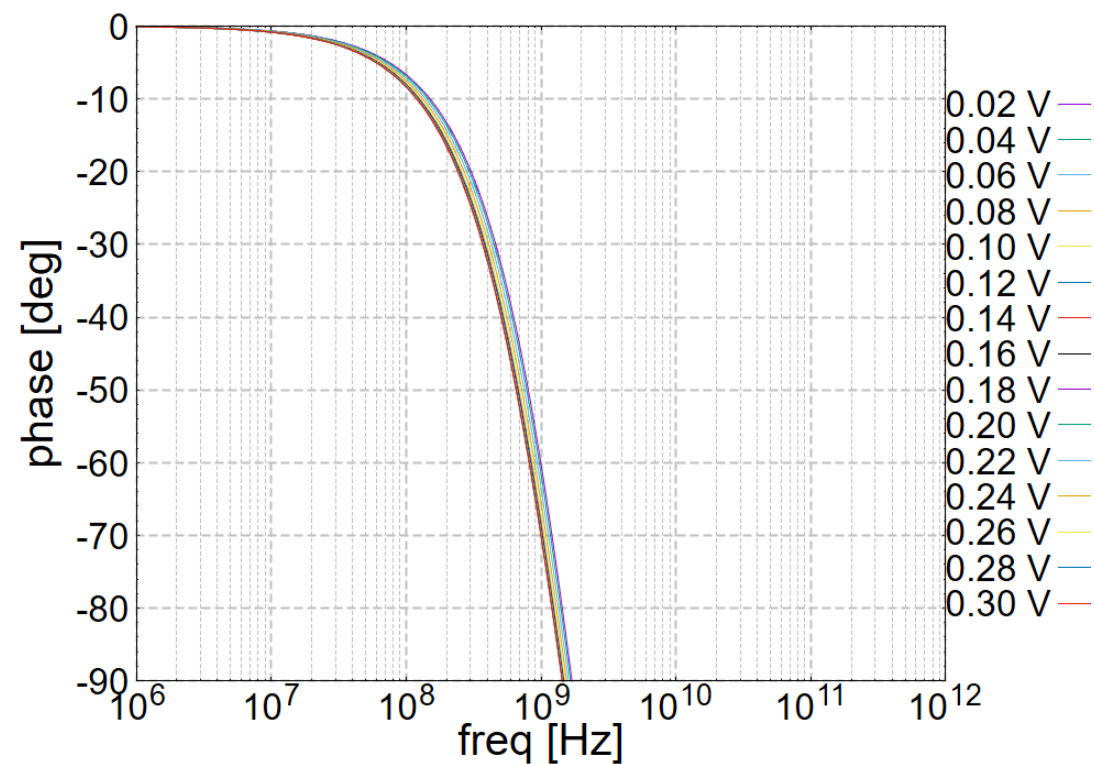
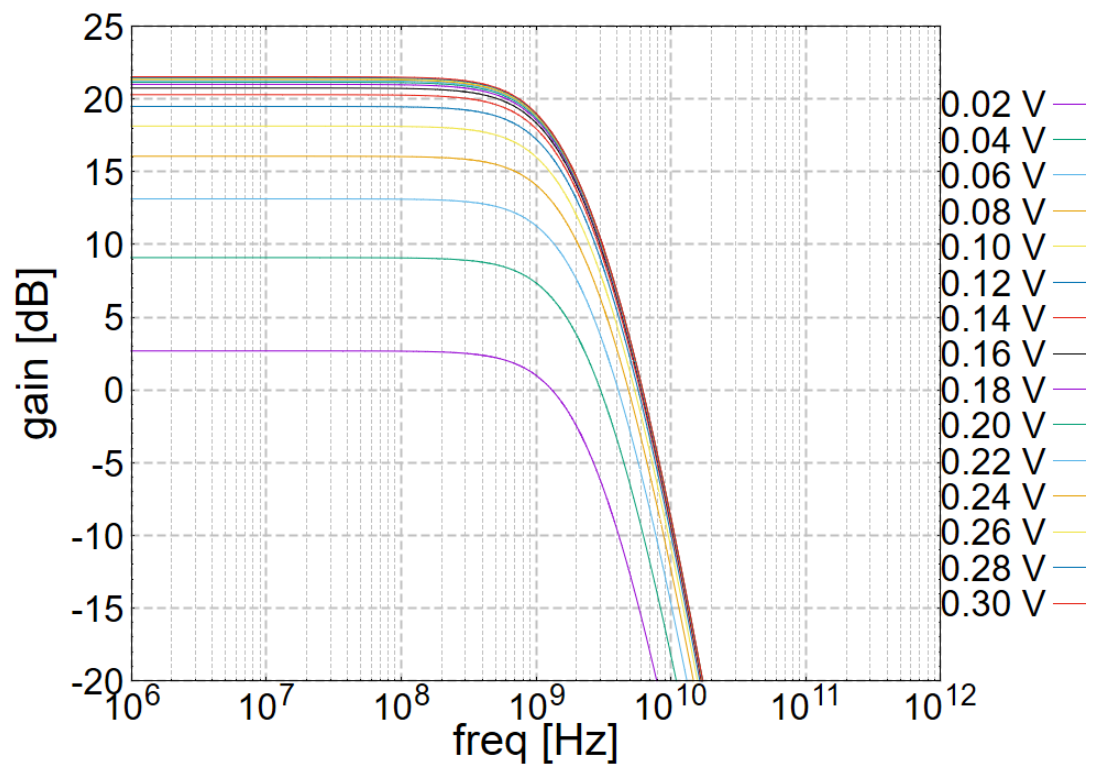
出力振幅は $\pm 0.3$  V程度増加。

# シミュレーション結果



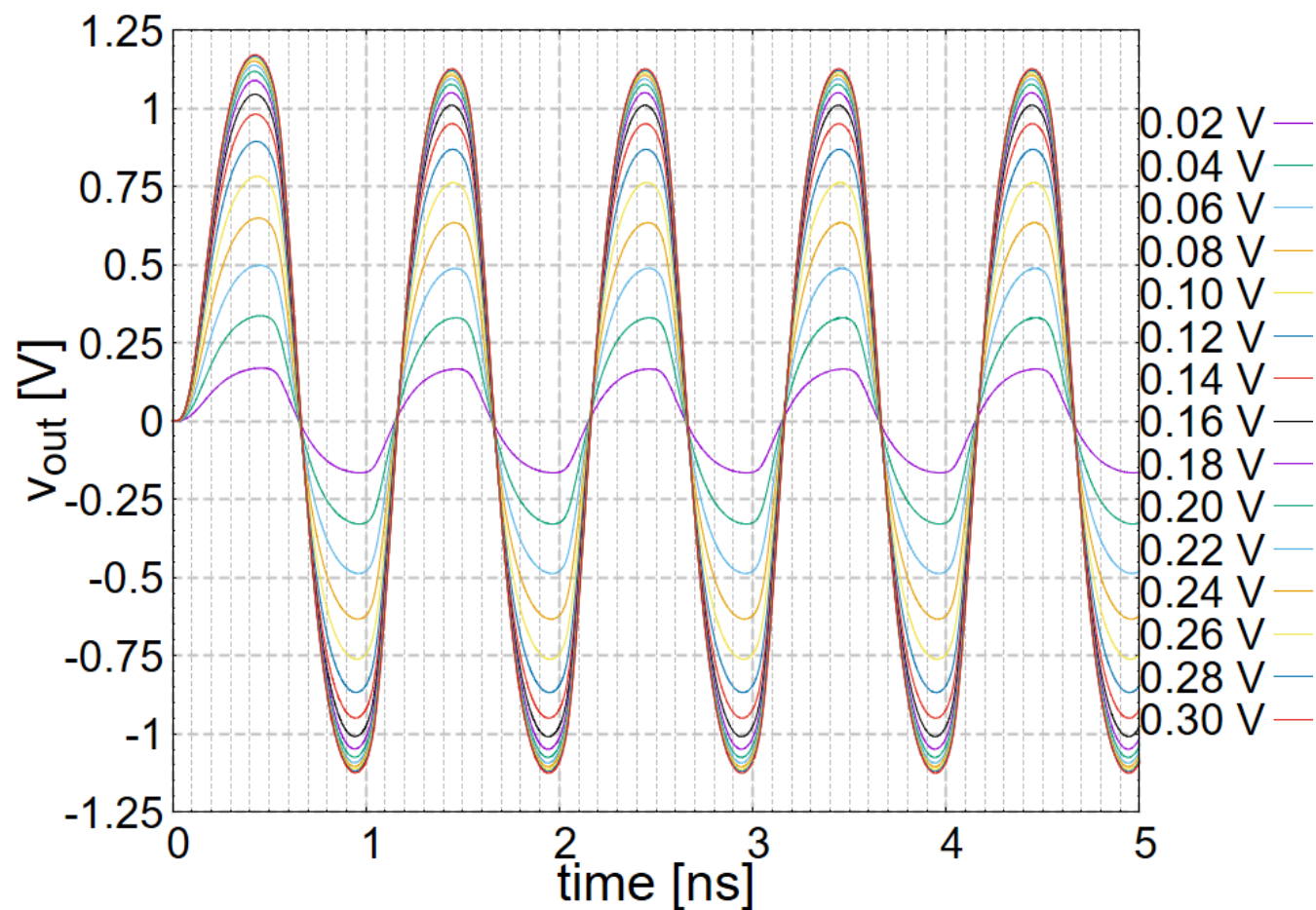
安藤さんの乗算器

# シミュレーション結果



遮断周波数はギリギリ1 GHz程度。  
1 GHz時の位相は-75 deg~-55 deg程度。

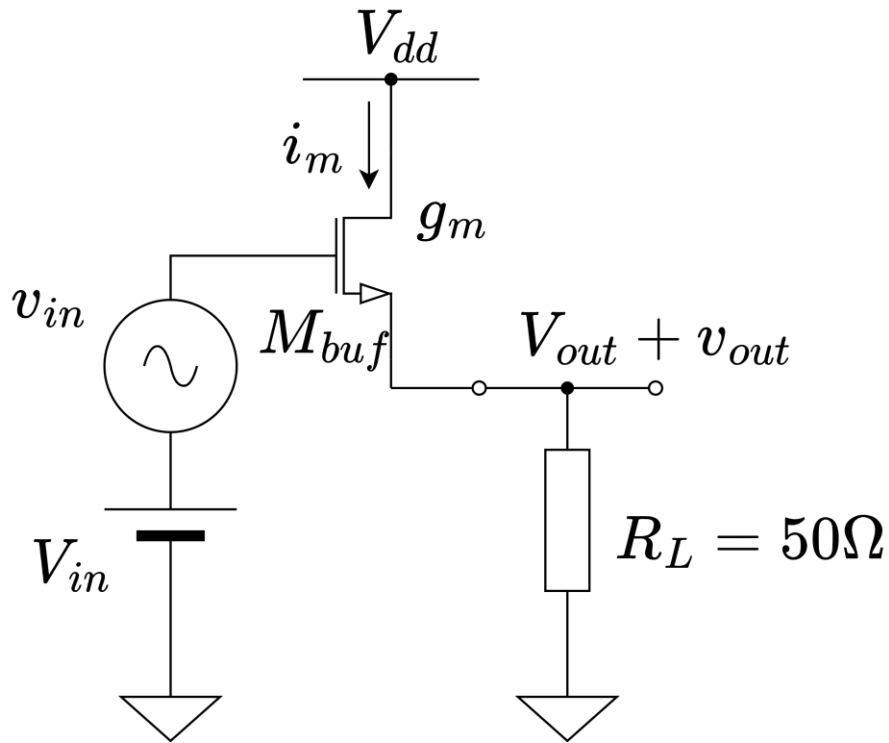
# シミュレーション結果



位相遅れが原因か波形は崩れている。  
これが許容されるかはわからない。



# バッファ回路の設計



乗算器の出力が最大になるよう  $v_{in} = 1.8 - V_{in}$  と置く。

整合が取れていれば  $v_{out} = \frac{1}{2} v_{in}$  になる。

振幅の下限はKCLより

$$i_m = g_m(V_{out} - v_{out}) = g_m\{V_{in} - (V_{out} - v_{out}) - V_{th}\}$$

整理すると

$$V_{out} = \frac{1}{2}(V_{in} - V_{th})$$

$M_{buf}$  が飽和領域で動くためには

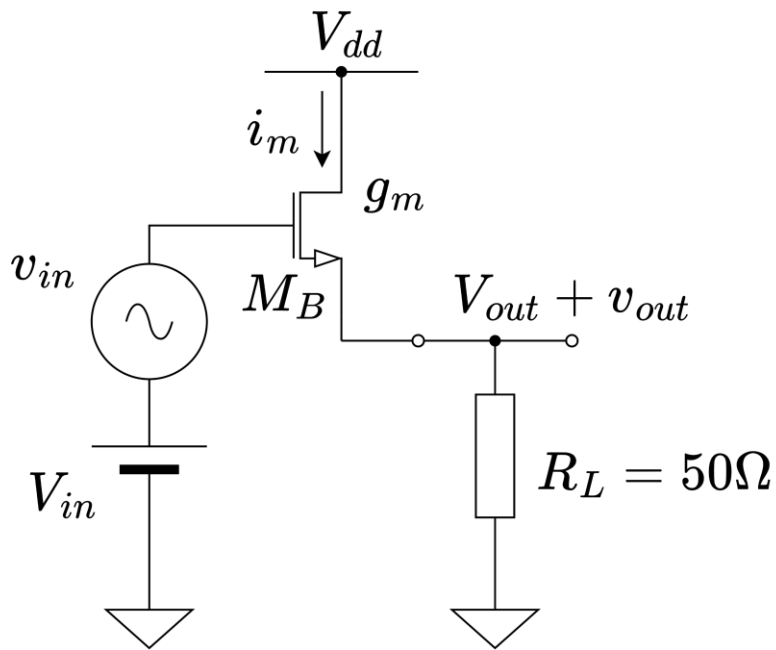
$$V_{in} - v_{in} - (V_{out} - v_{out}) > V_{th}$$

$$V_{in} > \frac{1}{2}V_{th} + 0.9$$

つまり、閾値電圧を0.6 Vとしたとき最大振幅は  $V_{in} = 1.2$  Vの時  $\pm 0.6$  Vと分かる。



# バッファ回路の設計



$V_{in} = 1.2$  Vの時で設計を行うと、

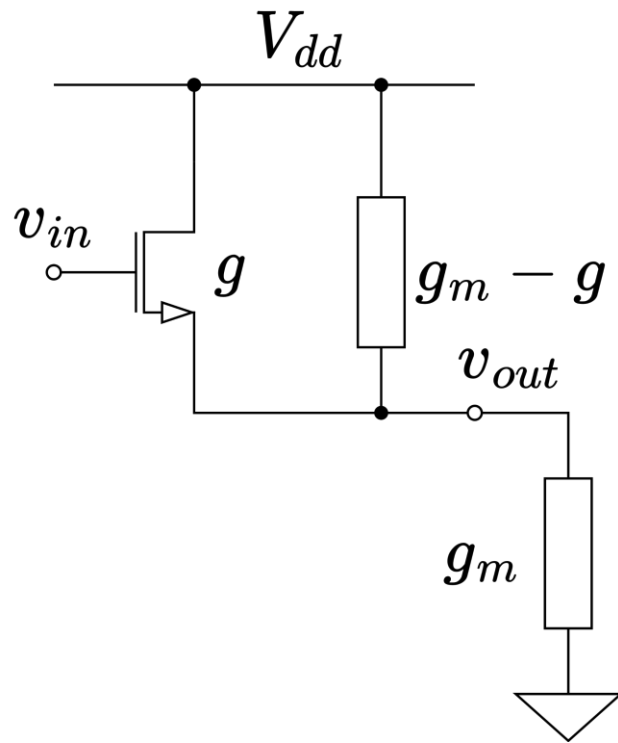
$$i_m = g_m V_{out} = 6 \text{ mA}$$

となるので、この直流電位で6 mA流す $M_B$ を設計すれば整合が取れる。

設計した素子値は

L	0.32
W	4
M	16

# バッファ回路の設計(出力振幅の圧迫)

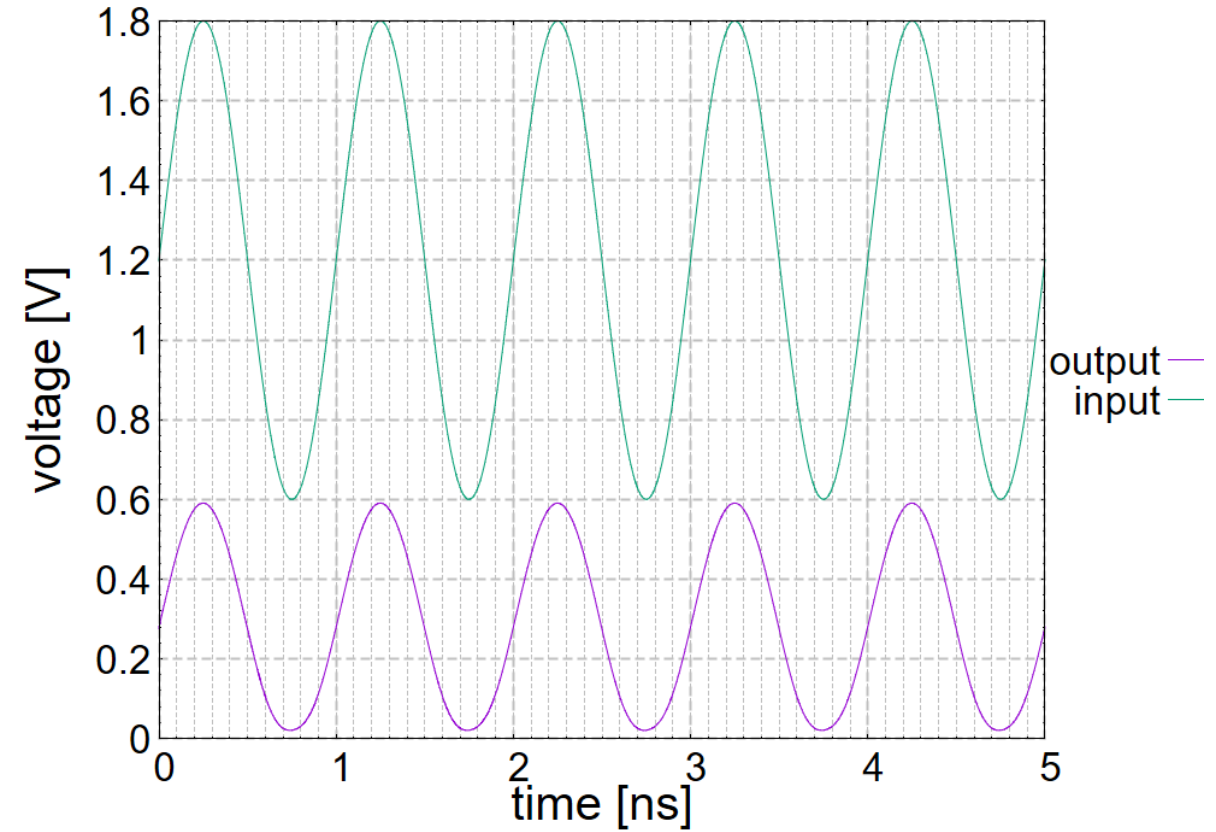
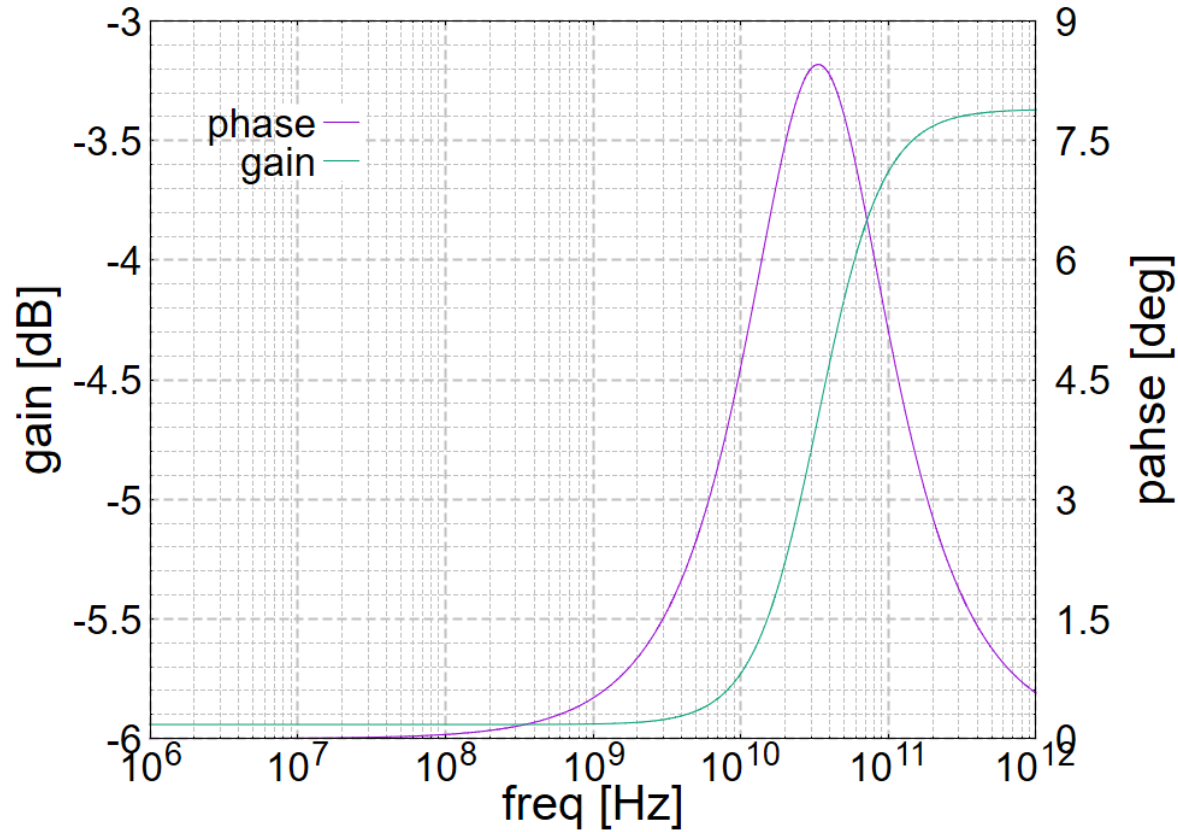


合計して 20 mS になるよう、抵抗を挿入する。  
この場合、出力振幅は

$$v_{out} = \frac{g}{2g_m} v_{in}$$

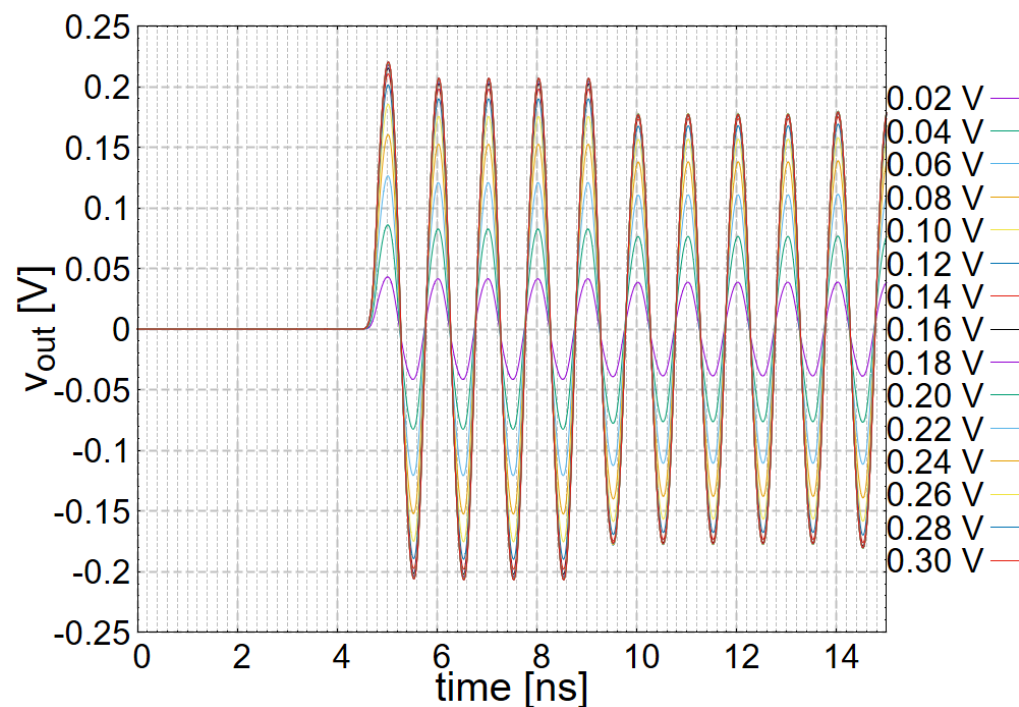
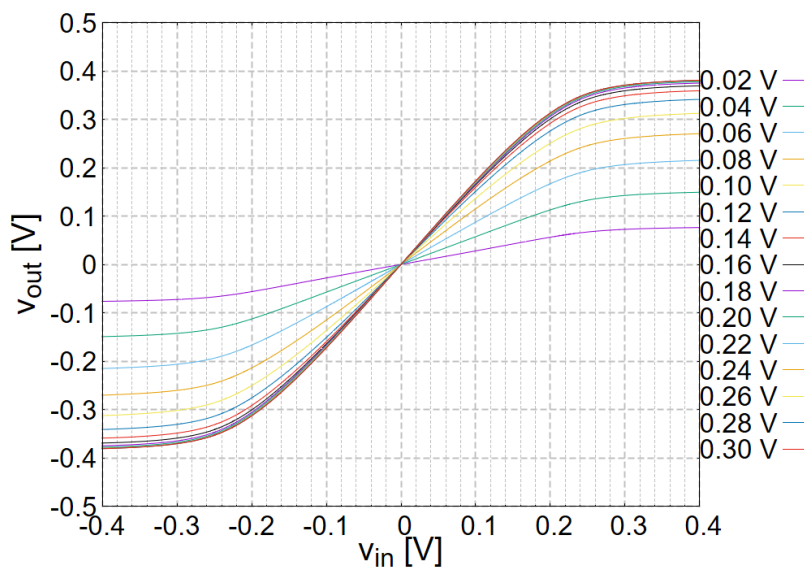
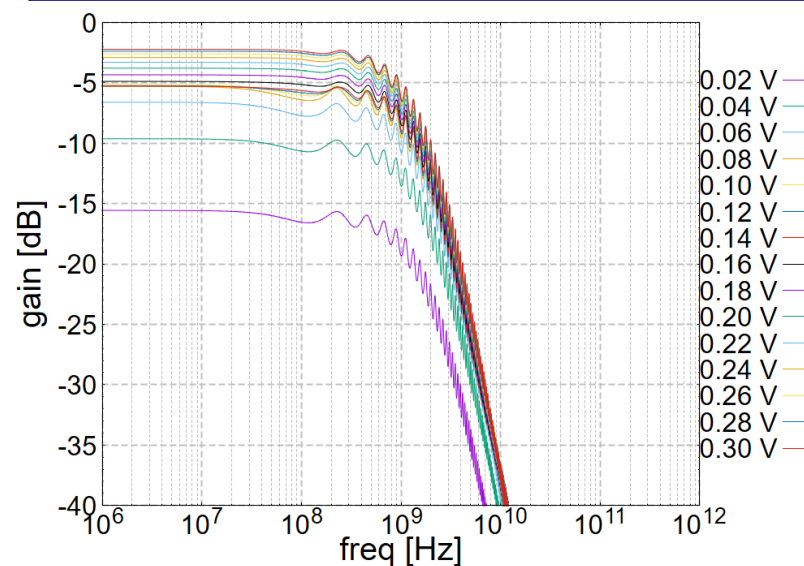
出力振幅を圧迫することで乗算器の出力が見積もれる？  
今回は使わないがもしかしたら使えるかも

# シミュレーション結果



シミュレーション的には問題なく整合が取れている。  
過渡解析でも電源をぎりぎりまで使えている。

# PADなどを含むシミュレーション



$v_{in} = \pm 0.2$  Vの時の  
過渡解析結果

シミュレーション上は問題なく動き  
そうだと分かった。