

Mereni s “exponencialni” sondou

Uvod.

Konvenčni způsoby nepřímého měření se snaží linearizovat převodní funkci měřicí sondy, tak aby navazující stupeň ADC měřil již lineární průběh $merena.velicina = k * pomocna.velicina + DCbias$. Tento způsob je sice jednoduchý, ale nevyhoví v požadavku nízká přesnost v rozsahu několika řádů měřené veličiny.

Model digitalizace signálu lineární sondou je tedy takovýto:

$$C_{digital} * ADC(k * pomocna.velicina + DCbias) - DCbias_{digital}$$

Model digitalizace signálu “exponencialni” sondou

$$EXP_{digital}^{-1}(ADC(EXP(pomocna.velicina)))$$

Funkce $ADC(y)$ lze rozepsat na $INT(y/\kappa_{ADC}) + ERR_{ADC}(y)$, INT vrací celou část čísla, ERR je jen kosmetický doplněk - chyba ADC, obvykle $\pm 1LSb$.

Funkce $EXP_{digital}$ je skutečnou **fyzikální** exponencialni sondou. $EXP_{digital}^{-1}$ je **inverzní funkci fyzikálního modelu**, který je vypočítávan v mikroprocesoru. Ideální případ “exponencialni” sondy je, když

$$EXP(x) \sim \ln(x)$$

Pro logaritmický průběh $merena.velicina = EXP(pomocna.velicina)$ pak získáme rozprostřenou chybu $\varepsilon\%$ v celém měřeném rozsahu. Například 10bitový převodník s chybou $\pm 1LSb$ lze považovat za přesný 9bitový dosáhne při měření v rozsahu 0.001j - 1j přesnost pod 1.4% naopak lineární průběh EXP dosáhne v rozsahu 0.1 - 1j lepší přesnosti, je sice přesnější v rozsahu 1 řádu, ale naprosto selže v rozsahu již 2 řádu! Logaritmický průběh zaručí konstantní chybu v celém měřeném rozsahu na rozdíl od lineárního:

Absolutní chyba lineárního průběhu je konstantní a rovná se kvantovacímu kroku κ_{ADC} , relativní chyba tedy narůstá

$$\frac{merena.hodnota \pm \kappa_{ADC}}{merena.hodnota} = 1 \pm \frac{\kappa_{ADC}}{merena.hodnota}$$

procentuální chybu dostaneme tak že s výše uvedeným výrazem provedeme $100 * abs(vyraz - 1)$

$$\kappa_{ADC} = \frac{maximalni.merena.hodnota}{2^{pocet.bitu.ADC-1}}$$

* uvazujeme maskovani LSb.

Relativní chyba logaritmického průběhu je konstantní

$$\frac{\exp(\ln(merena.hodnota) \pm \lambda_{ADC})}{merena.hodnota} = \exp(\pm \lambda_{ADC})$$

procentuální chybu dostaneme tak že s výše uvedeným výrazem provedeme $100 * abs(vyraz - 1)$

$$\lambda_{ADC} = \frac{\ln(maximalni.merena.hodnota)}{2^{pocet.bitu.ADC-1}}$$

Toliko teorie, celý vtip spočívá v myšlence minimální měřené hodnoty jako reprezentace výstupu $ADC=0x001$.
Urcím si minimální přesnost α , každý další kvantovací krok ADC bude pak $predchozi.merena.hodnota * (1 + \alpha)$, což vede na exponencialni funkci

$$minimalni.hodnota * (1 + \alpha)^{2^{pocet.bitu.ADC}} = maximalni.hodnota$$

požadovaný počet bitů je pak

$$\frac{\ln\left(\frac{\ln\left(\frac{maximalni.hodnota}{minimalni.hodnota}\right)}{\ln(1+\alpha)}\right)}{\ln(2)}$$

Hledání EXP. Pokud nám příroda dovolí, můžeme použít cokoliv co aspoň trochu připomíná logaritmickou funkci - tedy i mocninu!, sice nedosáhneme tak konstantní průběh relativní chyby, ale co se dá dělat.

Měření proudu pomocí Schottky přechodu.