

# Elektronika 2.

Vargasi István (AVI) vargasi@aut.bme.hu  
ZH 216%:  $\sum 24p$   
~~10~~ 1  
 $\geq 20$  5  
Tantárgy: Mérés tech + ELAk + Papírtéle elektr jegyzet

ISBN  
9631911365

<http://analog.aut.bme.hu/~vargasi/Elektro2>

2007.09.12. szombat

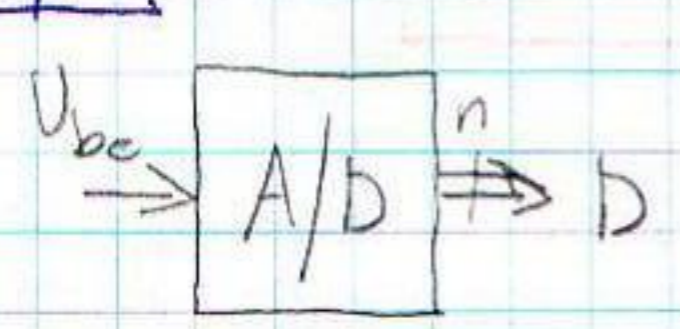
I Előadás (1. hét)

## Analóg-digitál, Digitál-Analóg átalakítók (AD/DA)

1) Funkció:

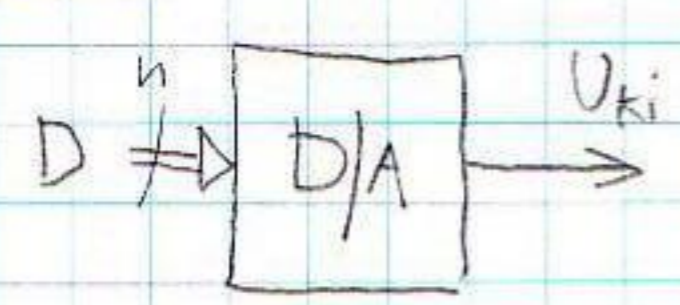
-kapcsolat a környezet  $\leftrightarrow$  digitális jelkezelés között

A/D



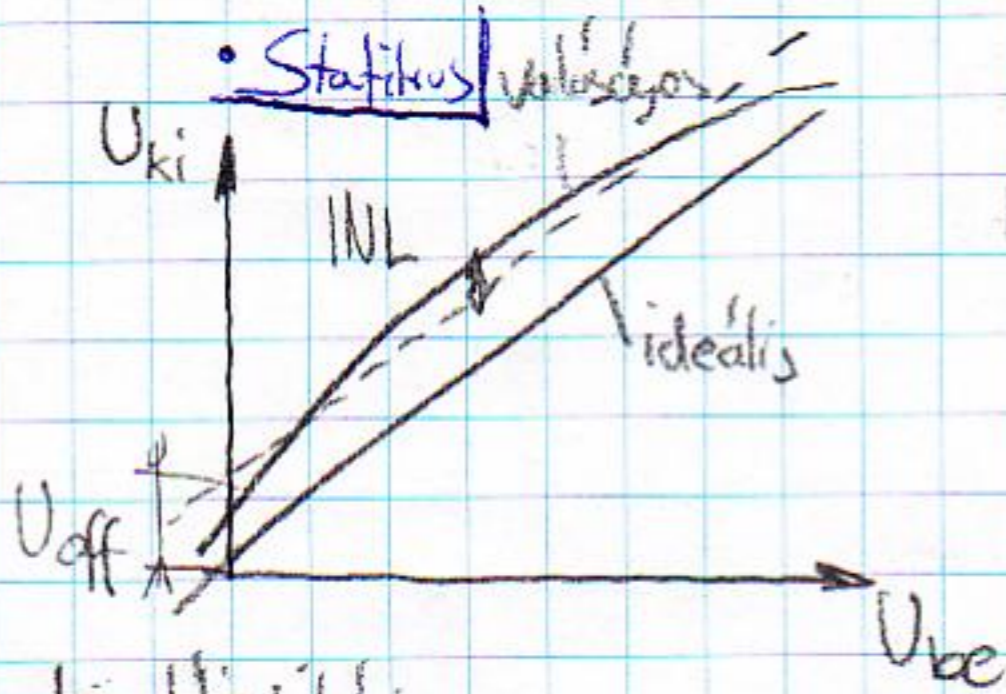
$$D \approx \frac{U_{be}}{U_{LSB}} \quad U_{LSB} = \frac{U_{ref}}{2^n}$$

D/A



$$U_{ki} \approx D \cdot U_{LSB} \quad U_{LSB} = \frac{U_{ref}}{2^n}$$

## 2) Jellemzők:



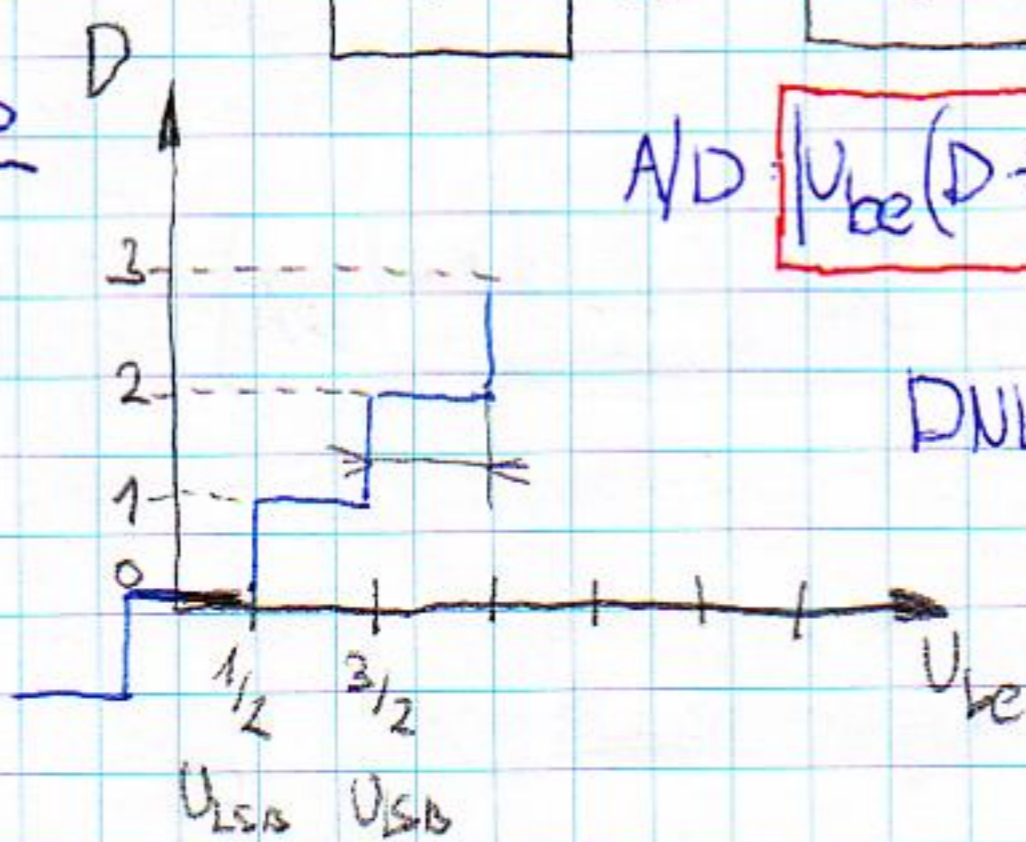
### Következő hibák:

- Offset hiba
- erősítés hiba (mértékelt hiba)
- nemlinearitás (követelt / valós tartó max eltérés)  $\rightarrow$  INL (integrális non-lin)
- DNL (differential nonlinearity)

### modell



### A/D

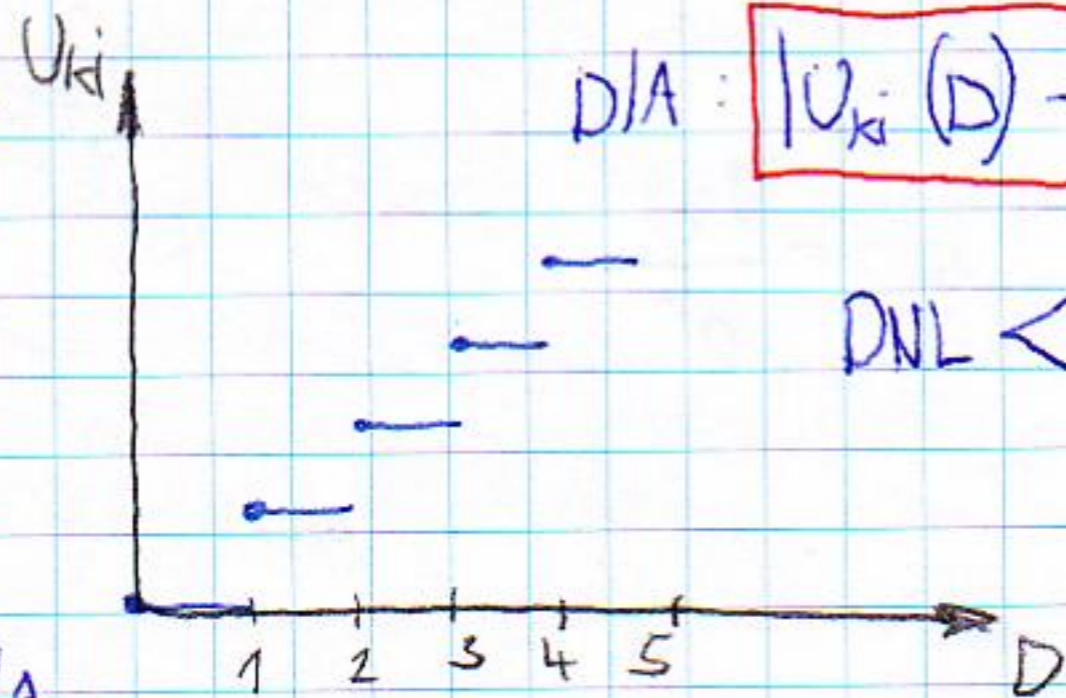


$$A/D: |U_{be}(D \rightarrow D+1) - U_{be}(D-1 \rightarrow D) - U_{LSB}| = DNL$$

$$DNL < U_{LSB} \quad (\text{kimaradhat egy kód})$$

nincs hiányzó kód

### D/A

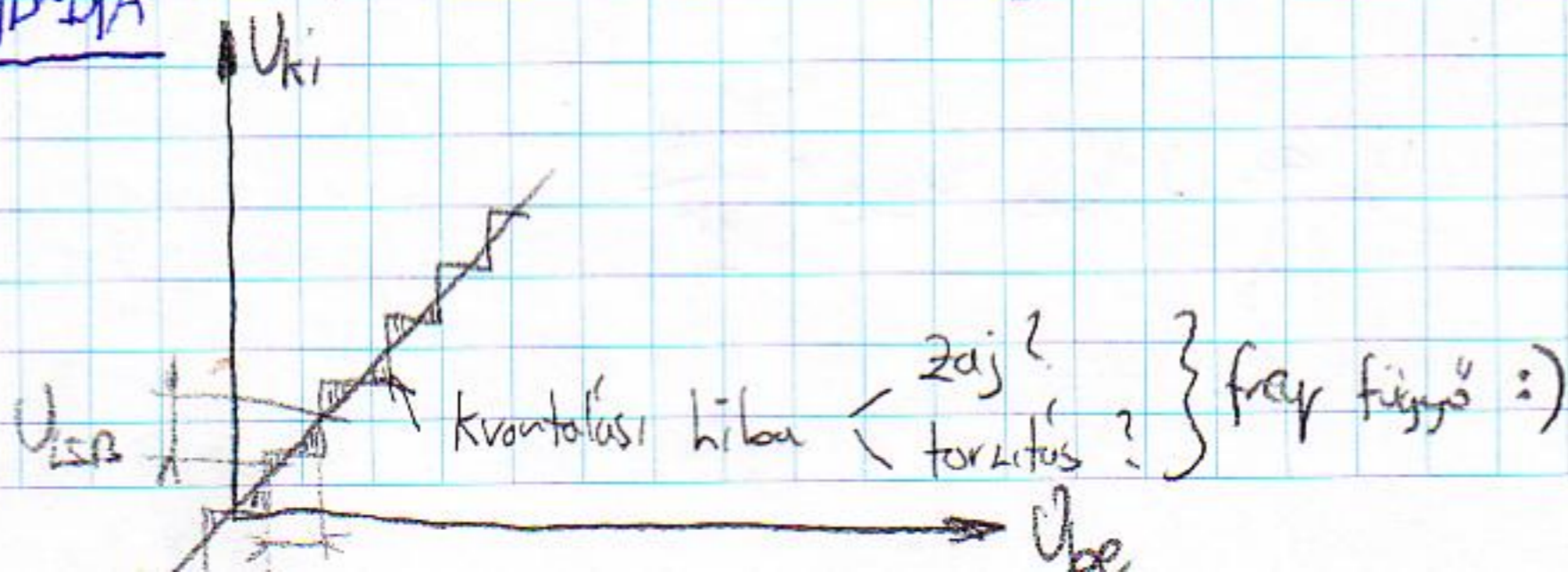


$$D/A: |U_{ki}(D) - U_{ki}(D-1) - U_{LSB}| = DNL$$

$$DNL < U_{LSB} \quad (\text{feltétel, hogy valóban lépjenek})$$

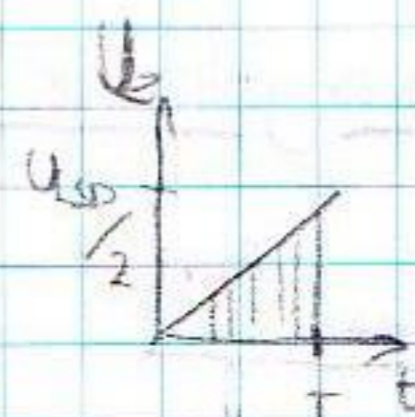
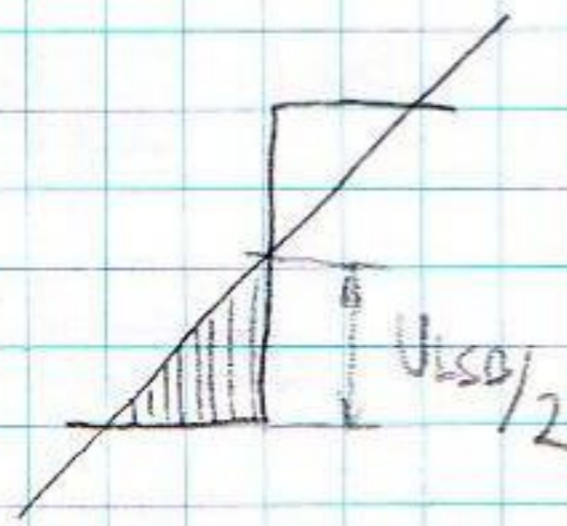
szigorú monotonitás feltétel

### A/D-D/A



Effektív érték (RMS):

$$U_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U^2(t) dt}$$



$$U_e(t) = \frac{U_{LSB}}{2} \cdot \frac{1}{T} \cdot t$$

$$U_{eRMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{U_{LSB}}{2T} t\right)^2 dt} = \frac{U_{LSB}}{2} \sqrt{\frac{1}{T^3} \left[\frac{t^3}{3}\right]_0^T} = \frac{U_{LSB}}{2} \frac{1}{\sqrt{3}}$$

SNR (signal to noise ratio)

$$SNR = \frac{\text{hasznos jel effektív értéke}}{\text{zaj effektív értéke}} \Rightarrow 20 \lg(\dots) \text{ dB}$$

SINAD (signal to noise and distortion):

$$SINAD \text{ dB} = 20 \lg \frac{\text{alapharmónikus effektív értéke}}{\text{hibajel effektív értéke}}$$

Maximális sinuszos kivezetés

$$\hat{U}_1 = U_{LSB} \frac{2^n}{2} \Rightarrow U_{1eff} = U_{LSB} \frac{2^n}{2\sqrt{2}}$$

Ideális A/D, teljes sinuszos kivezetés:

$$SINAD \text{ dB} = 20 \lg \frac{\frac{1}{\sqrt{2}} U_{LSB} \frac{2^n}{2}}{\frac{U_{LSB}}{2} \frac{1}{\sqrt{3}}} = 20 \lg \left[ \frac{\sqrt{3}}{2} 2^n \right] = \underbrace{6,02}_{20 \lg 2} \cdot n + \underbrace{1,76}_{20 \lg \frac{\sqrt{3}}{2}} \text{ [dB]}$$

ENOB (effective number of bits):

Valóságos A/D SINAD ismert

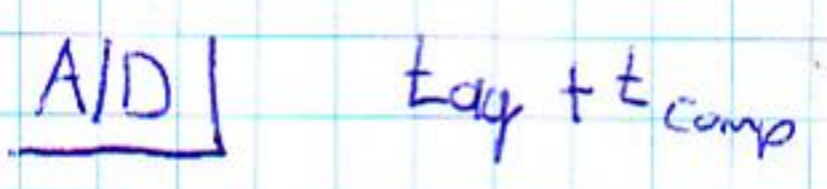
$$ENOB = \frac{SINAD \text{ dB} - 1,76}{6,02}$$

$$(ENOB < n)$$

Dinamikus jellemzők

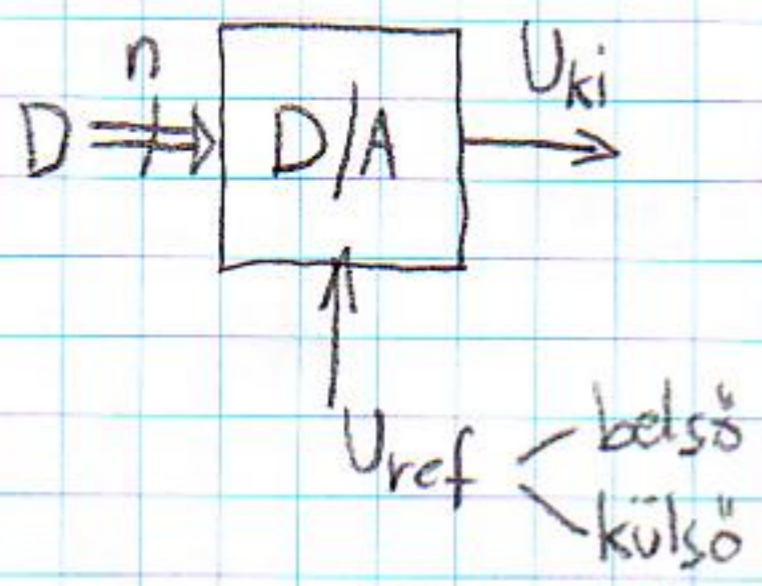


átalakítási idő



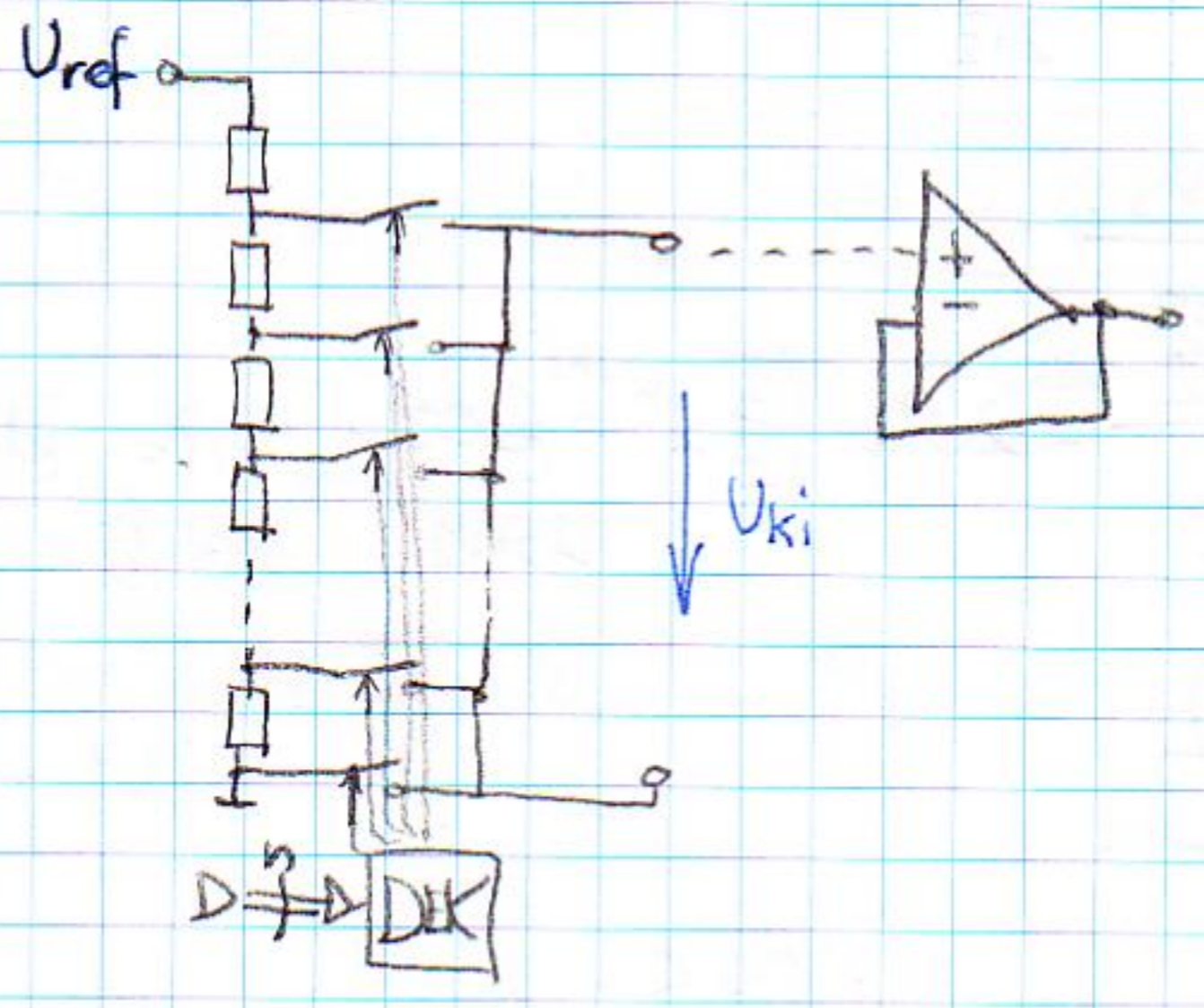
mintavételezési [idő] frekvencia  
 ált. a mintavételezési freq. <  $\frac{1}{\text{átalakítási idő}}$   
 (de! pipeline)

D/A felépítése:



[szorzó típusú :  $D \cdot U_{ref} = U_{ki}$ ]  $\Rightarrow$  programozható erősítő (PGA - programmable gain amplifier)

Ellenállás-lánc (R-String)



hátrány: sok kapacitás (16bit  $\Rightarrow$  65k top.)

$U_m$  maradék fesz. összehaladik

előny: din. nemlin. szempontjából (DNL) kicsi

$$DNL \approx \frac{\Delta R}{R} \cdot U_{LSB}$$