

# B2M37RNV – cvičení

## Navigační zpráva GPS

### *Blokový kód pro kontrolu chyb*

V dokumentu [IS GPS 200D](#) je popsán použitý způsob kódování pomocí následující tabulky.

Table 20-XIV. Parity Encoding Equations		
$D_1$	=	$d_1 \oplus D_{30}^*$
$D_2$	=	$d_2 \oplus D_{30}^*$
$D_3$	=	$d_3 \oplus D_{30}^*$
•		•
•		•
•		•
•		•
$D_{24}$	=	$d_{24} \oplus D_{30}^*$
$D_{25}$	=	$D_{29}^* \oplus d_1 \oplus d_2 \oplus d_3 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_{10} \oplus d_{11} \oplus d_{12} \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{17} \oplus d_{18} \oplus d_{20} \oplus d_{23}$
$D_{26}$	=	$D_{30}^* \oplus d_2 \oplus d_3 \oplus d_4 \oplus d_6 \oplus d_7 \oplus d_{11} \oplus d_{12} \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{18} \oplus d_{19} \oplus d_{21} \oplus d_{24}$
$D_{27}$	=	$D_{29}^* \oplus d_1 \oplus d_3 \oplus d_4 \oplus d_5 \oplus d_7 \oplus d_8 \oplus d_{12} \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{16} \oplus d_{19} \oplus d_{20} \oplus d_{22}$
$D_{28}$	=	$D_{30}^* \oplus d_2 \oplus d_4 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_8 \oplus d_9 \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{16} \oplus d_{17} \oplus d_{20} \oplus d_{21} \oplus d_{23}$
$D_{29}$	=	$D_{30}^* \oplus d_1 \oplus d_3 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_7 \oplus d_9 \oplus d_{10} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{16} \oplus d_{17} \oplus d_{18} \oplus d_{21} \oplus d_{22} \oplus d_{24}$
$D_{30}$	=	$D_{29}^* \oplus d_3 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_8 \oplus d_9 \oplus d_{10} \oplus d_{11} \oplus d_{13} \oplus d_{15} \oplus d_{19} \oplus d_{22} \oplus d_{23} \oplus d_{24}$
Where		
$d_1, d_2, \dots, d_{24}$ are the source data bits;		
the symbol $\star$ is used to identify the last 2 bits of the previous word of the subframe;		
$D_{25}, D_{26}, \dots, D_{30}$ are the computed parity bits;		
$D_1, D_2, \dots, D_{29}, D_{30}$ are the bits transmitted by the SV;		
$\oplus$ is the "modulo-2" or "exclusive-or" operation.		

Jedná se o rozšířený Hammingův kód (32,26). K 24 zdrojovým bitům  $d_1 \dots d_{24}$  se pro výpočet šestibitového kontrolního slova  $D_{25} \dots D_{30}$  přidají poslední dva bity z předchozího slova  $D_{29}^*$  a  $D_{30}^*$ . Nakonec je hodnota všech zdrojových bitů upravena operací

$$D_i = d_i \oplus D_{30}^*.$$

Při dekódování se po obnovení původních zdrojových bitů dle bitu  $D_{30}^*$  provádí pomocí přijatého kontrolního slova detekce případných chyb při přenosu.

Po uvedené operaci  $D_i = d_i \oplus D_{30}^*$  se již můžeme na použitý kód dívat jako na systematický blokový kód a využít maticových zápisů, které znáte z předchozí výuky.

Zdrojové slovo tvoří vektor  $\mathbf{Z} = [D_{29}^* D_{30}^* d_1 \dots d_{24}]$ .

Zdrojové slovo tvoří spolu s kontrolním slovem  $\mathbf{R} = [D_{25} \dots D_{30}]$  kódové slovo

$$\mathbf{X} = [D_{29}^* D_{30}^* d_1 \dots d_{24} D_{25} \dots D_{30}]$$

Vztah zdrojového a kódového slova lze zapsat rovnicí  $\mathbf{X} = \mathbf{Z} \cdot \mathbf{G}$ .

Generující matice má pro systematický kód tvar  $\mathbf{G} = [\mathbf{I}_{26} \mathbf{A}]$  a kontrolní slovo lze vypočítat ze zdrojového slova dle vztahu  $\mathbf{R} = \mathbf{Z} \cdot \mathbf{A}$ .

Pro kontrolu chyb vzniklých při přenosu kódového slova lze využít kontrolní matici

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} \mathbf{A} \\ \mathbf{I}_6 \end{bmatrix}$$

Pomocí této matice lze vypočítat syndrom  $\mathbf{S} = \mathbf{Y} \cdot \mathbf{H}^T$  z přijatého slova  $\mathbf{Y}$ . Syndrom je možné použít i k případné opravě jednonásobné chyby.

### Úkol: Určení času vyslání zprávy

Doplňte chybějící prvky zadané matice  $\mathbf{A}$  tak, aby odpovídala matici pro kód použitý v navigační zprávě systému GPS.

V zadané posloupnosti bitů přijatých přijímačem GPS nalezněte začátek prvního podrámcí navigační zprávy. Zkontrolujte bezchybný přenos prvního až třetího slova, pokuste se opravit případnou chybu v každém slově. Z obsahu těchto slov určete čas vyslání tohoto podrámcí.

K určení času můžete využít připravený skript pro Matlab po doplnění některých údajů.

Předpokládejte záznam zprávy vyslané po roce 2000.

```
% Prevod GPS_WN a TOW na datum a cas
refgpsDT = datenum( , , );
gps_WN = ;
TOW = ;
gpsroll = ;
leap_s = ;
gpsDT = refgpsDT + (gps_WN + 1024*gpsroll)*7 + (TOW* -leap_s)/(3600*24);
date = datestr(gpsDT,0)
```