

MKC-DVV Domácí úkol č.2

Úkol č. 1:

Bluetooth KODEKY

Následující tabulka zobrazuje výběr zajímavých/nejpoužívanějších kodeků používaných pro bezdrátový přenos audio signálu pomocí Bluetooth. U většiny zařízení nás zajímá především kvalita zvuku, latence a spotřeba energie.

Obecně platí, že čím novější kodek je, tím lepší parametry má. Z následující tabulky je patrné, že se některé kodeky zaměřují více na latenci (např. LHDC LL, APTX LL, APTX ADAPTIVE). Nízká latence je důležitá například pro hraní her, sledování videí či live stream videí. Latence zobrazené v tabulce jsou typické hodnoty latencí a liší se hardwarovým provedením kodeků.

Naopak při pouhém poslouchání hudby nehraje latence příliš velkou roli a naopak se klade důraz na co nejlepší kvalitu zvuku. Kvalita zvuku je čistě subjektivní pojem a nelze ji tak jednoznačně určit z technických parametrů. Kvalita byla určena „shrnutím“ přiložených referencí.

Většina zařízení, která používají Bluetooth jsou napájena pomocí baterií a vznikají tak nároky na energetickou spotřebu. Bohužel spotřeby jednotlivých kodeků jsou výrazně závislé na implementaci v zařízení a nelze je snadno porovnávat. Nicméně nejhorší spotřebu má pravděpodobně kodek AAC a nejlepší spotřeby by měl dosahovat kodek LC3 (LC3 by měl být nástupcem kodeku SBC a měl by být optimalizovaný pro Bluetooth přenosy).

Kodek AAC podporuje většina zařízení a je nástupcem MP3. Spojení různých verzí kodeků vzniklých z původního AAC dnes tvoří pravděpodobně nejvyužívanější kodek současnosti. Například HE-AAC se používá v DAB+, dále existují i verze, které mají nižší latenci a podporují „real time“ přenosy.

CODEC	ROK vydání	kvalita zvuku	MAX data rate [kbps]	latence [ms]	Power	max bit depth
LDAC	2015	nejlepší	990	200		24
LHDC LL	2018	dobrá	600	30		24
LHDC	2018	nejlepší	900	200		24
APTX HD	2016	nejlepší	576	200		24
APTX	2009	dobrá	384	180		16
APTX LL	2012	velmi dobrá	420	50		16
APTX ADAPTIVE	2018	dobrá	420	80		24
LC3	2020	dobrá/velmi dobrá	392	LOW	Nejlepší	32
SBC	2003	průměrná	328	200		16
AAC	1977	průměrná	345	200	Špatná	24

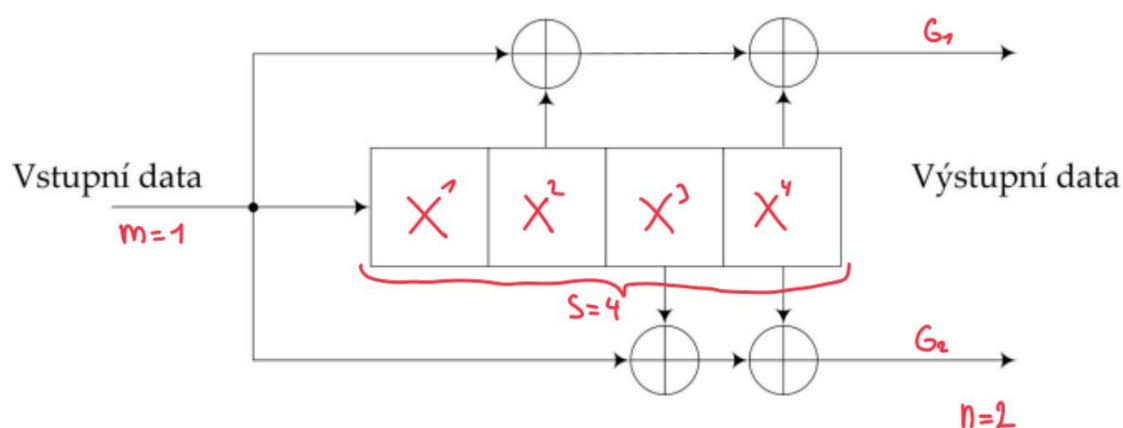
KODEKY pro automobily

Co se týče využití kodeků v automobilech. Zde uživatelé nejčastěji používají přehrávání audia pomocí bluetooth (viz část o Bluetooth), z USB flash pamětí/SD karet (zde na kodeku příliš nezáleží a může se použít klidně bezztrátové kódování jako FLAC) a nebo DAB rádia. V případě DAB rádia se používá kodek MPEG Audio layer II (MP2), v případě DAB+ MPEG-4 HE-AACv2.

Reference:

[1]	Bluetooth Audio Quality Showdown! LDAC vs APTX HD vs AAC vs SBC! - YouTube
[2]	Bluetooth codecs explained: LDAC, LDHC, aptX, AAC, LC3 and SBC - Dignited
[3]	Bluetooth Audio Codecs Explained - Headphonesty
[4]	Bluetooth Codecs: The Ultimate Guide (2022) (headphonesaddict.com)
[5]	Low Complexity Communication Codec – Bluetooth® Technology Website
[6]	LE Audio Bluetooth® Technology Website
[7]	aptX - Wikipedia

Úkol č 2:



Obrázek 1: Konvoluční kodér

$$\text{Kódový poměr} = m/n = \frac{1}{2}$$

$$\text{Paměť} = S \cdot m = 4 \cdot 1 = 4$$

$$\text{Počet stavů} = 2^{S \cdot m} = 2^4 = 16$$

$$\text{Délka působení } K = (S + 1) \cdot m = 5$$

Generující polynomy:

$$G1 = 1 + X^2 + X^4 : 25_{oct}$$

$$G2 = 1 + X^3 + X^4 : 31_{oct}$$

V systému DVB-S se používá konvoluční kodér s $R = \frac{1}{2}$ a $K = 7$. Vzhledem k tomu, že kodér z obr. 1 má stejný poměr $R = \frac{1}{2}$ by přenosová rychlost měla být stejná. Menší K by se pravděpodobně projevilo nižší výpočetní náročností za cenu horšího BER (bit error rate).

Úkol č 3:

Pro mód 8K a $B_{TVsig} = 7.61\text{MHz}$ platí:

$$f_{IFFT} = \frac{64}{7}\text{MHz} = 9.242857\text{MHz}$$

$$t_{symb} = \frac{8198}{f_{IFFT}} = 896.656\mu s$$

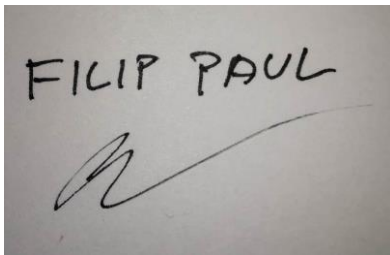
$$GI_{18} = \frac{t_{symb}}{8} = 112.08\mu s$$

$$GI_{14} = \frac{t_{symb}}{4} = 224.164\mu s$$

Vzdálenost mezi vysílači musí odpovídat takové vzdálenosti, aby buď výkon přijatý z rušícího vysílače byl zanedbatelný nebo aby rušivý signál dopadal do GI intervalu.

$$d_{18} = GI_{18} \cdot c = 112.08\mu s \cdot 3 \cdot 10^8 = 33.624\text{ km (vzdálenost pro GI} = 1/8)$$

$$d_{14} = d_{18} \cdot 2 = 67,248\text{ km (vzdálenost pro GI} = 1/4)$$



FILIP PAUL