

## Információelmélet: Zárthelyi feladatok

Név: .....

Összpontszám:

--	--	--

Neptun kód: .....

Aláírás: .....

**Kitöltési útmutató:** A feladatok megoldásánál töltsé ki az állítások előtt található üres téglalapokat I vagy H betűvel, attól függően, hogy igaznak vagy hamisnak gondolja az állítást. Jó válaszáért +2, rosszért -1, nem megválaszolt kérdésért 0 pont jár. Ha valamilyen eredményt javítja, egyértelműen javítson (áthúzza, mellérja), nem megállapítható válasz rossznak számít. A ceruzával kitöltött válasz hely üresnek számít.

### HKmodell.v01

- A hírközlés modellje szerint

a hírközlés során az információforrástól juttatunk el egy üzenetet a rendeltetési helyre egy csatornán keresztül.

a hírközlés során az információforrástól juttatunk el egy üzenetet a rendeltetési helyre valamiféle csatornán keresztül. A csatornára az adó bocsátja az információt, rendeltetési hely oldalán pedig a vevő érzeli: e két egység feladata még a csatornának, a forrásnak és a rendeltetési helynek megfelelő jelek átalakítása egymásba.

a hírközlés során az információforrástól juttatunk el egy üzenetet a csatornára egy rendeltetési helyen keresztül.

a hírközlés során az információforrástól juttatunk el egy üzenetet a rendeltetési helyre egy csatornán keresztül úgy, hogy az üzenet ne alakuljon át az út egyetlen lépésében sem.

a hírközlés során az információforrástól juttatunk el egy üzenetet a rendeltetési helyre egy csatornán keresztül. A csatornák általában módosítják a rajtuk átvitt információt, azaz zajosak.

a hírközlés során az információforrástól juttatunk el egy üzenetet a rendeltetési helyre egy csatornán keresztül. A csatornák nem módosítják a rajtuk átvitt információt, különben nem lennének alkalmasak csatornának.

a hírközlés során az információforrástól juttatunk el egy adót a rendeltetési helyre egy csatornán keresztül. A csatornák általában módosítják a rajtuk átvitt információt, azaz zajosak.

a hírközlés során az információforrástól juttatunk el egy üzenetet a rendeltetési helyre egy csatornán keresztül. A csatornák általában módosítják a rajtuk átvitt információt, azaz zavarosak.

a csatornák bemenetén egy adó berendezés helyezkedik el, amely a forrásból származó információt feldolgozza, a csatornával kompatibilis formára hozza és a csatornára rábocsátja.

- a csatornák bemenetén egy adó berendezés helyezkedik el, amely a olyan műveleteket hajt végre a forrásból származó információon, hogy az alkalmas legyen a csatornán való átjutásra.
- a csatornák bemenetén egy adó berendezés helyezkedik el, amely a forrásból származó információt titkosítja, de más műveletet nem végezhet rajta.
- a csatornák bemenetén egy adó berendezés helyezkedik el, amely a forrásból származó információt feldolgozza, a csatornával kompatibilis formára hozza és a csatornán lévő jeleket érzékeli.
- a csatornák bemenetén egy adó berendezés helyezkedik el, amely a olyan műveleteket hajt végre a forrásból származó információon, hogy az alkalmas legyen a csatornán való átjutásra, de csak akkor, ha a csatorna zajmentes.
- a csatornák bemenetén egy adó berendezés helyezkedik el, amely a olyan műveleteket hajt végre a forrásból származó információon, hogy az a csatornán biztosan teljesen hibamentesen jusson át.
- a csatorna kimenetén egy vevő készülék található, mely analóg csatorna esetén érzékeli a csatornán átjutott jelet, s azt esetleges hibajavítás után a rendeltetési hely számára érzékelhető alakra hozza.
- a csatorna kimenetén egy adó készülék található, mely analóg csatorna esetén érzékeli a csatornán átjutott jelet, s azt esetleges hibajavítás után a rendeltetési hely számára érzékelhető alakra hozza.
- a csatorna kimenetén egy vevő készülék található, mely analóg csatorna esetén érzékeli a csatornán átjutott jelet, s azt esetleges hibajavítás után a forrás számára érzékelhető alakra hozza.
- a csatorna kimenetén egy vevő készülék található, mely analóg csatorna esetén érzékeli a csatornán átjutott jelet, s azt esetleges hibajavítás után átalakítja úgy, hogy azt a rendeltetési hely le tudja deriválni.
- a csatornának két bemenete van, az egyik az adó által rábocsátott jeleket kapja, a másikon a zajt.
- a csatornának két bemenete és két kimenete van: az egyik bemeneten az adó által rábocsátott jeleket kapja, a másikon a zajt; az egyik kimenetén a zaj és az adó jelének összege, a másikon pedig a különbsége van.
- a csatornának két bemenete van, az egyik az adó által rábocsátott jeleket kapja, a másikon pedig a vevő által rábocsátott jeleket. A kimenetén a két bemenet interferenciája van.
- a csatornának két bemenete van, az egyik az adó által rábocsátott jeleket kapja, a másikon a zajt, a kimeneten a két bemeneti jel összege van.
- ha az adó több műveletből álló sorozatot hajt végre az üzeneten, akkor a vevő ezeknek a műveleteknek az inverzét fordított sorrendben hajtja végre, azaz annak a műveletnek az inverz-műveletét kivitelezi először, melyet az adó utoljára hajtott végre.

- ha az adó több műveletből álló sorozatot hajt végre az üzeneten, akkor a vevő ezeknek a műveleteknek az inverzét ugyanolyan sorrendben hajtja végre, azaz annak a műveletnek az inverz-műveletét hajtja először végre, melyet az adó is először hajtott végre.
- ha az adó több műveletből álló sorozatot hajt végre az üzeneten, akkor a vevőnek sohasem elég pusztán ezeknek a műveleteknek az inverzét fordított sorrendben kivitelezni, mindig szükséges egy egyesítőműveletet is végrehajtani. Ez Golpalott törvénye.
- ha az adó több lépésben alakítja át az információt, akkor a vevő ugyanezeket a műveleteket fordított sorrendben kell hogy végrehajtsa, mert ugyan az adó lépéseit kétszer egymás után végrehajtva mindig egységműveletet kapunk, a műveletek egymásba ágyazottsága miatt mindig a legkülső lépéssel kell kezdeni az információ kibontását.

### infodef.v01

- Az információ

- mértékegysége a bit is.
- mértékegysége a nat is.
- mértékegysége a hartley is.
- mértékegysége a boltzmann is.
- mértékegysége az  $1/s$ .
- Hartley-féle definíciója szerint egy halmaz egy elemének megnevezése annyi információt nyújt, amennyi eldöntendő kérdéssel azt a halmazelemet már biztosan be lehet azonosítani.
- melyet egy halmaz egyetlen elemének megnevezésekor nyerünk, az – Hartley szerint – azon eldöntendő kérdések minimális száma, mellyel azt az elemet teljes biztonsággal be lehet azonosítani.
- melyet egy  $N$ -elemű halmaz egyetlen elemének megnevezésekor nyerünk, Hartley szerint  $\log_2 N$ .
- Hartley-féle definíciója szerint egy halmaz egy elemének megnevezése annyi információt nyújt, amennyi kiegészítendő kérdéssel azt a halmazelemet már biztosan be lehet azonosítani.
- Hartley-féle definíciója szerint egy halmaz egy elemének megnevezése annyi információt nyújt, amennyi a maradék halmazelemek száma.
- melyet egy halmaz egyetlen elemének megnevezésekor nyerünk, az – Hartley szerint – a halmaz elemeinek a lehetséges permutációinak a száma.

- melyet egy halmaz egyetlen elemének megnevezésekor nyerünk, az – Hartley szerint – azon eldöntendő kérdések maximális száma, mellyel a többi elemet is teljes biztonsággal be lehet azonosítani.
- melyet egy  $N$ -elemű halmaz egyetlen elemének megnevezésekor nyerünk, Hartley szerint  $\exp(N)$ .
- melyet egy  $N$ -elemű halmaz egyetlen elemének megnevezésekor nyerünk, Hartley szerint  $2^{N!}$ .
- melyet egy halmaz egy bizonyos elemének megnevezésekor nyerünk, a Shannon féle definíció szerint annál nagyobb, minél kisebb a megnevezett halmazelem megnevezési valószínűsége.
- melyet egy halmaz egyetlen eseményének bekövetkezésekor nyerünk, a Shannon-féle definíció szerint nem azonos minden egyes halmazelemre: a ritkábban előforduló események bekövetkezésekor nyert információ nagyobb, mint a gyakoribb események bekövetkezésével kapott információ.
- melyet egy halmaz egy bizonyos elemének megnevezésekor nyerünk, a Shannon féle definíció szerint annál nagyobb, minél nagyobb a megnevezett halmazelem megnevezési valószínűsége.
- melyet egy halmaz egyetlen eseményének bekövetkezésekor nyerünk, a Shannon-féle definíció szerint azonos minden egyes halmazelemre: a ritkábban előforduló események bekövetkezésekor nyert információ ugyanakkora, mint a gyakoribb események bekövetkezésével kapott információ.
- melyet egy halmaz egyetlen eseményének bekövetkezésekor nyerünk, a Shannon-féle definíció szerint nem azonos minden egyes halmazelemre: a ritkábban előforduló események bekövetkezésekor nyert információ nagyobb, mint a közepesen gyakori eseményeké, s ez utóbbi megint kisebb, mint a gyakori események bekövetkezésével kapott információ. Az információ minimuma  $N$  elemű halmaz esetén az  $1/N$ -es valószínűségnél van.
- melyet egy  $p_1, p_2, \dots, p_n$  valószínűségekkel jellemzett halmaz egyetlen,  $p_i$  előfordulási valószínűségű eseményének bekövetkezésekor nyerünk, a Shannon-féle definíció szerint  $-\log_2 p_i$ .
- melyet egy  $p_1, p_2, \dots, p_n$  valószínűségekkel jellemzett halmaz egyetlen,  $p_i$  előfordulási valószínűségű eseményének bekövetkezésekor nyerünk, a Shannon-féle definíció szerint  $\log_2 \frac{1}{p_i}$ .
- melyet egy  $p_1, p_2, \dots, p_n$  valószínűségekkel jellemzett halmaz egyetlen,  $p_i$  előfordulási valószínűségű eseményének bekövetkezésekor nyerünk, a Shannon-féle definíció szerint  $\log_2 p_i$ .
- melyet egy  $p_1, p_2, \dots, p_n$  valószínűségekkel jellemzett halmaz egyetlen,  $p_i$  előfordulási valószínűségű eseményének bekövetkezésekor nyerünk, a Shannon-féle definíció szerint  $-p_i^{\log_2 p_i}$ .
- nem lehet negatív.

- nem lehet 1-nél nagyobb.
- csak pozitív egész szám lehet.

### InfoEnt.v01

- Az információ

- valamely véges számú, előre ismert lehetőség közül az egyik megnevezése.
- valamely végtelen számosságú, előre ismert esemény közül az egyik megnevezése.
- valamely véges számú, előre ismert lehetőség bekövetkezési sorrendjének megnevezése.
- mértéke egyenlő annak a bizonytalanságnak a mértékével, melyet megszüntet.
- megszüntet valamennyi bizonytalanságot arra nézve, hogy bizonyos, véges számú események közül melyik következik be. Az információ mértéke ennek a bizonytalanságnak a reciproka.
- mértéke egyenlő annak az informálisnak a mértékével, melyet megszüntet.
- melyet egy ismert előfordulási valószínűségekkel rendelkező elemekből álló halmaz egy  $p$  előfordulási valószínűségű elemének megnevezése nyújt,  $I(p) = -\log_2 p$ .
- melyet egy ismert előfordulási valószínűségekkel rendelkező elemekből álló halmaz egy  $p$  előfordulási valószínűségű elemének megnevezése nyújt,  $I(p) = -\log_2 p$ . Mértékegysége (e definíció szerint) a bit.
- melyet egy ismert előfordulási valószínűségekkel rendelkező elemekből álló,  $N$ -elemű halmaz egy  $p$  előfordulási valószínűségű elemének megnevezése nyújt,  $I(p) = \log_2 p^N$ .
- melyet egy ismert előfordulási valószínűségekkel rendelkező elemekből álló halmaz egy  $p$  előfordulási valószínűségű elemének megnevezése nyújt,  $I(p) = -\log_2 \frac{1}{p}$ .
- melyet egy ismert előfordulási valószínűségekkel rendelkező elemekből álló halmaz egy  $p$  előfordulási valószínűségű elemének megnevezése nyújt  $t$  idő alatt,  $I(p, t) = -t / \log_2 p$ .
- melyet egy ismert előfordulási valószínűségekkel rendelkező elemekből álló halmaz egy  $p$  előfordulási valószínűségű elemének megnevezése nyújt,  $I(p) = -\log_2 p$ . Mértékegysége (e definíció szerint) a shannon, jele Sh.
- melyet egy ismert előfordulási valószínűségekkel rendelkező elemekből álló halmaz egy  $p$  előfordulási valószínűségű elemének megnevezése nyújt,  $I(p) = -\log_2 \frac{1}{p}$ . Mértékegysége (e definíció szerint) a bit.
- nem negatív.
- 0 és 1 közötti szám.

- csak nemnegatív egész szám lehet, mert tört darabszámú kérdést nem lehet feltenni.
- csak az előfordulási valószínűség függvénye.
- csak az előfordulási valószínűség és az eltelt idő függvénye.
- melyet egy esemény bekövetkezésekor nyerünk, csak az esemény előfordulási valószínűségének és az eseményhalmaz darabszámának a függvénye.
- várható értékét entrópiának nevezik.
- várható értékét négyzetes entrópiának nevezik.
- várható értékét információsórásnak nevezik.
- melyet egy ismert,  $p_1, p_2, \dots, p_N$  előfordulási valószínűségekkel rendelkező elemekből álló  $N$ -elemű halmaz egyetlen elemének megnevezése átlagosan nyújt  $H(p_1, p_2, \dots, p_N) = -\sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i$ . Ez a halmaz entrópiája.
- melyet egy ismert,  $p_1, p_2, \dots, p_N$  előfordulási valószínűségekkel rendelkező elemekből álló  $N$ -elemű halmaz egyetlen elemének megnevezése átlagosan nyújt  $H(p_1, p_2, \dots, p_N) = -\sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i$ . Az információ így képzett várható értéke az entrópiája.
- melyet egy ismert,  $p_1, p_2, \dots, p_N$  előfordulási valószínűségekkel rendelkező elemekből álló  $N$ -elemű halmaz egyetlen elemének megnevezése átlagosan nyújt  $H(p_1, p_2, \dots, p_N) = -\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i$ . Ez a halmaz entrópia.
- melyet egy ismert,  $p_1, p_2, \dots, p_N$  előfordulási valószínűségekkel rendelkező elemekből álló  $N$ -elemű halmaz egyetlen elemének megnevezése átlagosan nyújt  $\langle I \rangle(p_1, p_2, \dots, p_N) = -\sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i$ . Az információ így képzett várható értékének a reciproka az entrópia.

### Ent.v01

- Az entrópia

- egy véges sok eseményből álló halmaz elemei közül az egyik bekövetkezésekor nyert információ várható értéke.
- egy véges sok eseményből álló halmaz elemei közül az egyik bekövetkezésekor nyert információ maximuma.
- egy véges sok eseményből álló halmaz elemei közül az egyik bekövetkezésekor nyert információ eloszlása.
- egy esemény bekövetkezésekor nyert információ – azaz az esemény bekövetkezésével megszűnt bizonytalanság – mértékének várható értéke.
- egy esemény bekövetkezésekor nyert információ – azaz az esemény bekövetkezésével megszűnt bizonytalanság – mértékének számtani közepe.

- egy esemény bekövetkezésekor nyert információ – azaz az esemény bekövetkezésével megszűnt bizonytalanság – és a bekövetkezésig eltelt idő hányadosa.
- nem lehet negatív.
- értéke pozitív vagy 0: csak akkor nulla, ha a szóban forgó halmazban egy esemény biztosan bekövetkezik, a többi meg biztosan nem.
- legfeljebb  $1/2$  értékű lehet.
- nulla és a vizsgált halmaz elemszáma közé eső egész szám.
- akkor maximális egy  $N$ -elemű halmazban, ha minden elem előfordulási valószínűsége egyforma.
- akkor maximális egy  $N$ -elemű halmazban, ha az elemek előfordulási valószínűsége  $\frac{1}{N}$ .
- akkor maximális egy  $N$ -elemű halmazban, ha minden elem előfordulási valószínűsége 0, egyet kivéve, amié 1.
- akkor maximális egy  $N$ -elemű halmazban, ha minden elem előfordulási valószínűsége  $\log_2 N$ .
- akkor maximális egy  $N$ -elemű halmazban, ha az elemek előfordulási valószínűségei az  $1/2$ -től jobbra és balra szimmetrikusan találhatók.
- egy ismert,  $p_1, p_2, \dots, p_N$  előfordulási valószínűségű elemeket tartalmazó  $N$  elemű halmaz esetén a következő képlettel írható fel:  $H(p_1, p_2, \dots, p_N) = -p_1 \log_2 p_1 - p_2 \log_2 p_2 - \dots - p_N \log_2 p_N$ .
- egy ismert,  $p_1, p_2, \dots, p_N$  előfordulási valószínűségű elemeket tartalmazó  $N$  elemű halmaz esetén a  $H(p_1, p_2, \dots, p_N) = -\sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i$  képlettel írható fel.
- egy ismert,  $p_1, p_2, \dots, p_N$  előfordulási valószínűségű elemeket tartalmazó  $N$  elemű halmaz esetén a következő képlettel írható fel:  $H(p_1, p_2, \dots, p_N) = p_1 \log_2 p_1 + p_2 \log_2 p_2 + \dots + p_N \log_2 p_N$ .
- egy ismert,  $p_1, p_2, \dots, p_N$  előfordulási valószínűségű elemeket tartalmazó  $N$  elemű halmaz esetén a következő képlettel írható fel:  $H(p_1, p_2, \dots, p_N) = -p_1 \log_2 \frac{p_1}{N} - p_2 \log_2 \frac{p_2}{N} - \dots - p_N \log_2 \frac{p_N}{N}$ .
- egy ismert,  $p_1, p_2, \dots, p_N$  előfordulási valószínűségű elemeket tartalmazó  $N$  elemű halmaz esetén a  $H(p_1, p_2, \dots, p_N) = -\sum_{i=1}^N p_i \log_2 \frac{1}{p_i}$  képlettel írható fel.
- egy ismert,  $p_1, p_2, \dots, p_N$  előfordulási valószínűségű elemeket tartalmazó  $N$  elemű halmaz esetén a  $H(p_1, p_2, \dots, p_N) = -\sum_{i=1}^N p_i \log_2 t_i$  képlettel írható fel, ahol  $t_i$  az  $i$ -edik halmazelem első előfordulásáig eltelt idő.
- a  $H(p_1, p_2, \dots, p_N)$  függvény a változói felcserélésére nem érzékeny.
- a  $H(p_1, p_2, \dots, p_N)$  függvény ha két változóját felcseréljük, előjelet vált.

- a  $H(p_1, p_2, \dots, p_N)$  függvény páratlan  $N$  esetén előjelváltással, páros  $N$  esetén a komplex számsíkba való  $90^\circ$ -os elfordulással reagál két változójának felcserélésére.
- a  $H(p_1, p_2, \dots, p_N)$  függvény a  $p_1, p_2, \dots, p_N$  változói mindegyikétől folytonosan függ.
- a  $H(p_1, p_2, \dots, p_N)$  függvény szingularitással rendelkezik a  $p_1, p_2, \dots, p_N$  változóinak terében azokban a pontokban, melyekben legalább két változója egyenlő.

### Huff.v01

- A Huffman-kódolás

- változó kódszóhosszú tömörítő kódolás.
- állandó kódszóhosszú tömörítő kódolás.
- változó kódszóhosszú titkosító kódolás.
- átlagos kódszóhossza  $\sum_{i=1}^n p_i \ell_i$ , ahol  $p_i$  az  $n$ -elemű forrásábécé  $i$ -edik elemének előfordulási valószínűsége,  $\ell_i$  pedig a hozzá rendelt kódszó hossza.
- átlagos kódszóhossza  $\sum_{i=1}^n p_i \ell_i$ , ahol  $p_i$  az  $n$ -elemű forrásábécé  $i$ -edik elemének előfordulási valószínűsége,  $\ell_i$  pedig a hozzá rendelt kódszó betűinek száma.
- átlagos kódszóhossza  $\sum_{i=1}^n p_i^{\ell_i}$ , ahol  $p_i$  az  $n$ -elemű forrásábécé  $i$ -edik elemének előfordulási valószínűsége,  $\ell_i$  pedig a hozzá rendelt kódszó hossza.
- átlagos kódszóhossza  $\sum_{i=1}^n p_i \ell_i$ , ahol  $p_i$  az  $n$ -elemű forrásábécé  $i$ -edik elemének előfordulási valószínűsége,  $\ell_i$  pedig a hozzá rendelt kódábécé elemszáma.
- optimális kód, azaz érvényes rá Shannon forráskódolási tételének mindkét állítása. A nevezett tétel a következőképpen hangzik: Egy  $s$  elemű kódábécével dolgozó tömörítő kód átlagos kódszóhossza nem lehet kisebb, mint a forrás entrópiájának  $\log_2 s$ -ed része, illetve lehet olyan kódot találni, melyre az átlagos kódszóhossz kevesebb, mint az előbbi minimum plusz 1.
- optimális kód, azaz érvényes rá Shannon forráskódolási tételének mindkét állítása. A nevezett tétel a következőképpen néz ki:  $H(A)/\log_2 s \leq L(A) < H(A)/\log_2 s + 1$ , ahol  $H(A)$  a forrás entrópiája,  $L(A)$  az átlagos kódszóhossz,  $s$  pedig a kódábécé elemszáma: Huffman kódoknál 2.
- optimális, tehát az  $L(A)$  átlagos kódszóhosszára igaz, hogy  $H(A) \leq L(A) < H(A) + 1$ , ahol  $H(A)$  a forrás entrópiája. Bináris kódokra a Shannon-féle forráskódolási tétel az előbbi egyenlőtlenség alakját ölti.
- optimális kód, azaz érvényes rá Shannon forráskódolási tételének mindkét állítása. A nevezett tétel a következőképpen hangzik: Egy  $s$  elemű kódábécével dolgozó tömörítő kód átlagos kódszóhossza nem lehet nagyobb, mint a forrás entrópiájának  $\log_2 s$ -ed része, illetve lehet olyan kódot találni, melyre az átlagos kódszóhossz kevesebb, mint az előbbi maximum mínusz 1.



- optimális kód, azaz érvényes rá Shannon forráskódolási tétele. A nevezett tétel a következőképpen hangzik: Egy  $s$  elemű forrásábécével dolgozó tömörítő kód átlagos kódszóhossza nem lehet kisebb, mint a forrás entrópiájának  $\log_2 s$ -szerese, illetve lehet olyan kódot találni, melyre az átlagos kódszóhossz kevesebb, mint az előbbi minimum plusz 1.
- optimális kód, azaz érvényes rá Shannon forráskódolási tételének mindkét állítása. A nevezett tétel a következőképpen néz ki:  $H(A)/\log_2 s \geq L(A) > H(A)/\log_2 s - 1$ , ahol  $H(A)$  a forrás entrópiája,  $L(A)$  az átlagos kódszóhossz,  $s$  pedig a kódábécé elemszáma: Huffman kódoknál 2.
- optimális kód, azaz érvényes rá Huffmann forráskódolási tételének mindkét állítása. A nevezett tétel a következőképpen néz ki:  $L(A)/\log_2 s \leq H(A) < L(A)/\log_2 s + 1$ , ahol  $H(A)$  a forrás entrópiája,  $L(A)$  az átlagos kódszóhossz,  $s$  pedig a kódábécé elemszáma: Huffman kódoknál 2.
- decimális, ami azt jelenti, hogy az  $L(A)$  átlagos kódszóhosszára igaz, hogy  $H(A) \leq L(A) < H(A) + 1$ , ahol  $H(A)$  a forrás entrópiája. Bináris kódokra a Shannon-féle forráskódolási tétel az előbbi egyenlőtlenség alakját ölti.
- optimális, tehát az  $L(A)$  átlagos kódszóhosszára igaz, hogy  $P(A) \leq L(A) < P(A) + 1$ , ahol  $P(A)$  a forrás bináris átlagvalószínűsége. Bináris kódokra a Shannon-féle forráskódolási tétel az előbbi egyenlőtlenség alakját ölti.
- a forrás legnagyobb előfordulási valószínűségű eleméhez rendeli a legrövidebb kódszót.
- a forrás legkisebb előfordulási valószínűségű eleméhez rendeli a legrövidebb kódszót.
- a forrás legnagyobb előfordulási valószínűségű eleméhez rendeli a leghosszabb kódszót.
- a ritkábban előforduló forráselemekhez hosszabb, a nagyobb előfordulási valószínűségűekhez pedig rövidebb kódszavakat rendel.
- a ritkábban előforduló forráselemekhez rövidebb, a nagyobb előfordulási valószínűségűekhez pedig hosszabb kódszavakat rendel.
- minden lépésében összevonja a két legkisebb előfordulási valószínűségű szimbólumot egy összetett szimbólummá. Minden összevonás során az egyik szimbólumhoz 0, a másikhoz 1 kerül a kódszó elejére.
- minden lépésében összevonja a két legnagyobb előfordulási valószínűségű szimbólumot egy összetett szimbólummá. Minden összevonás során az egyik szimbólumhoz 0, a másikhoz 1 kerül a kódszó elejére.
- először minden lépésben a két legkisebb valószínűségű szimbólumot vonja össze egy összetett szimbólummá. Az összetett szimbólumhoz a két kiindulási szimbólum valószínűségeinek összegét rendeli valószínűségként.
- először minden lépésben a két legkisebb valószínűségű szimbólumot vonja össze egy összetett szimbólummá. Az összetett szimbólumhoz a két kiindulási szimbólum valószínűségeinek szorzatát rendeli valószínűségként.

- először minden lépésben a két legnagyobb valószínűségű szimbólumot vonja össze egy összetett szimbólummá. Az összetett szimbólumhoz a két kiindulási szimbólum valószínűségei különbségének abszolút értékét rendeli valószínűségként.

### szHuff.v01

- Legyen az „u”, „v”, „w”, „x”, „y” és „z” szimbólumok előfordulási valószínűsége rendre 0,11; 0,22; 0,35; 0,09; 0,17 és 0,06. Rendeljünk minden szimbólumösszevonáskor a nagyobbik valószínűségű (esetleg összetett) elemhez 1-es bitet, a kisebbik valószínűségűhöz 0-t. Ha Huffman-kódolással kódoljuk a fenti szimbólumokat,

- az első lépésben az „x” és a „z” szimbólumokat vonjuk össze.
- az első lépésben az „x” és a „z” szimbólumokat vonjuk össze, ezért az „x”-hez és a „z”-hez rendelt kódszavak egymástól csak az utolsó bitjükben különböznek: 1011 és 1010.
- az első lépésben az „x” és a „z” szimbólumokat vonjuk össze, mivel e két szimbólum rendelkezik a két legkisebb előfordulási valószínűséggel.
- az első lépésben a „v” és a „w” szimbólumokat vonjuk össze.
- az első lépésben az „x” és a „z” szimbólumokat vonjuk össze, ezért az „x”-hez és a „z”-hez rendelt kódszavak egymástól csak az utolsó bitjükben különböznek: 001 és 000.
- az első lépésben az „x” és a „z” szimbólumokat vonjuk össze, ezért az „x”-hez és a „z”-hez rendelt kódszavak egymástól csak az első két bitjükben különböznek.
- az első lépésben a „w” és a „v” szimbólumokat vonjuk össze, mivel e két szimbólum rendelkezik a két legnagyobb előfordulási valószínűséggel.
- az utolsó lépésben a „vy” és az „uwxz” összetett szimbólumokat vonjuk össze, melyek előfordulási össz-valószínűsége 0,39 és 0,61.
- az utolsó lépésben két összetett szimbólumot vonunk össze, melyek előfordulási össz-valószínűsége 0,39 és 0,61.
- az utolsó lépésben a „vy” és az „uwxz” összetett szimbólumokat vonjuk össze, ezért a „v”-hez és az „y”-hoz rendelt kódszó kezdőbitje egyforma, de különbözik a többi karakter kódszavának kezdőbitjétől.
- az utolsó lépésben a „vxz” és az „uwy” összetett szimbólumokat vonjuk össze, melyek előfordulási össz-valószínűsége 0,39 és 0,61.
- az utolsó lépésben a „vy” és az „uwxz” összetett szimbólumokat vonjuk össze, melyek előfordulási össz-valószínűsége 0,41 és 0,59.
- az utolsó lépésben egy összetett és egy egyszerű szimbólumot vonunk össze, melyek előfordulási (össz-)valószínűsége 0,35 és 0,65.
- az utolsó lépésben a „vy” és az „uwxz” összetett szimbólumokat vonjuk össze, ezért a „v”-hez és az „y”-hoz rendelt kódszó kezdőbitje különbözik egymástól.

- a „v” és az „y” szimbólumokhoz rendelt kódszavak a 01 és a 00.
- a „v” és az „y” szimbólumokhoz rendelt kódszavak, a 01 és a 00, csak utolsó bitjükben térnek el, mivel a „v” és az „y” egy lépésben vonódik össze.
- a „v” és az „y” szimbólumokhoz rendelt kódszavak a 10 és a 00.
- a „v” és az „y” szimbólumokhoz rendelt kódszavak, a 10 és a 00, csak első bitjükben térnek el, mivel a „v” és az „y” egy lépésben vonódik össze.
- a „v” és az „y” szimbólumokhoz rendelt kódszavak, a 011 és a 010, csak utolsó bitjükben térnek el, mivel a „v” és az „y” egy lépésben vonódik össze.
- a legnagyobb előfordulási valószínűségű „w” szimbólum, először az utolsó előtti lépésben kerül összevonásra, a hozzárendelt kódszó kételemű: 11.
- a legnagyobb előfordulási valószínűségű „w” szimbólum, először az utolsó lépésben kerül összevonásra, a hozzárendelt kódszó kételemű: 11.
- a legnagyobb előfordulási valószínűségű „w” szimbólum, először az utolsó lépésben kerül összevonásra, a hozzárendelt kódszó egyelemű: 1.
- az átlagos kódszóhossz 2,41.
- az átlagos kódszóhossz 2,41, ami a Shannon-féle forráskódolási tételnek megfelelően nagyobb, mint a {„u”, „v”, „w”, „x”, „y”, „z”} halmaz entrópiája, ami kb. 2,35.
- az átlagos kódszóhossz 2,43.
- az átlagos kódszóhossz 2,41, ami a Shannon-féle forráskódolási tételnek megfelelően nagyobb, mint a {„u”, „v”, „w”, „x”, „y”, „z”} halmaz entrópiája, ami kb. –2, 35.

### szHuff.v02

- Legyen az „u”, „v”, „w”, „x”, „y” és „z” szimbólumok előfordulási valószínűsége rendre 0,11; 0,22; 0,35; 0,09; 0,15 és 0,08. Rendeljünk minden szimbólumösszevonáskor a nagyobbik valószínűségű (esetleg összetett) elemhez 1-es bitet, a kisebbik valószínűségűhöz 0-t. Ha Huffman-kódolással kódoljuk a fenti szimbólumokat,
- az első lépésben az „x” és a „z” szimbólumokat vonjuk össze.
- az első lépésben az „x” és a „z” szimbólumokat vonjuk össze, ezért az „x”-hez és a „z”-hez rendelt kódszavak egymástól csak az utolsó bitjükben különböznek: 001 és 000.
- az első lépésben az „x” és a „z” szimbólumokat vonjuk össze, mivel e két szimbólum rendelkezik a két legkisebb előfordulási valószínűséggel.
- az első lépésben a „v” és a „w” szimbólumokat vonjuk össze.
- az első lépésben az „x” és a „z” szimbólumokat vonjuk össze, ezért az „x”-hez és a „z”-hez rendelt kódszavak egymástól csak az utolsó bitjükben különböznek: 1011 és 1010.

- az első lépésben az „x” és a „z” szimbólumokat vonjuk össze, ezért az „x”-hez és a „z”-hez rendelt kódszavak egymástól csak az első két bitjükben különböznek.
- az első lépésben a „w” és a „v” szimbólumokat vonjuk össze, mivel e két szimbólum rendelkezik a két legnagyobb előfordulási valószínűséggel.
- az utolsó lépésben a „vxz” és az „uwy” összetett szimbólumokat vonjuk össze, melyek előfordulási össz-valószínűsége 0,39 és 0,61.
- az utolsó lépésben két összetett szimbólumot vonunk össze, melyek előfordulási össz-valószínűsége 0,39 és 0,61.
- az utolsó lépésben a „vxz” és az „uwy” összetett szimbólumokat vonjuk össze, ezért a „v”-hez, az „x”-hez és a „z”-hez rendelt kódszavak kezdőbitjei egyformák, de különböznek a többi karakter kódszavának kezdőbitjétől.
- az utolsó lépésben a „vy” és az „uwxz” összetett szimbólumokat vonjuk össze, melyek előfordulási össz-valószínűsége 0,39 és 0,61.
- az utolsó lépésben a „vxz” és az „uwy” összetett szimbólumokat vonjuk össze, melyek előfordulási össz-valószínűsége 0,41 és 0,59.
- az utolsó lépésben egy összetett és egy egyszerű szimbólumot vonunk össze, melyek előfordulási (össz-)valószínűsége 0,35 és 0,65.
- az utolsó lépésben a „vy” és az „uwxz” összetett szimbólumokat vonjuk össze, ezért a „v”-hez, az „x”-hez és a „z”-hez rendelt kódszavak kezdőbitjei különböznek egymástól.
- a „v” és az „y” szimbólumokhoz rendelt kódszavak a 01 és a 101.
- az „u” és az „y” szimbólumokhoz rendelt kódszavak, a 100 és a 101, csak utolsó bitjükben térnek el, mivel az „u” és az „y” egy lépésben vonódik össze.
- a „v” és az „y” szimbólumokhoz rendelt kódszavak a 00 és a 01.
- a „v” és az „y” szimbólumokhoz rendelt kódszavak, a 00 és a 01, csak utolsó bitjükben térnek el, mivel a „v” és az „y” egy lépésben vonódik össze.
- az „u” és az „y” szimbólumokhoz rendelt kódszavak, a 001 és a 101, csak első bitjükben térnek el, mivel az „u” és az „y” egy lépésben vonódik össze.
- a legnagyobb előfordulási valószínűségű „w” szimbólum, először az utolsó előtti lépésben kerül összevonásra, a hozzárendelt kódszó kételemű: 11.
- a legnagyobb előfordulási valószínűségű „w” szimbólum, először az utolsó lépésben kerül összevonásra, a hozzárendelt kódszó kételemű: 11.
- a legnagyobb előfordulási valószínűségű „w” szimbólum, először az utolsó lépésben kerül összevonásra, a hozzárendelt kódszó egyelemű: 1.
- az átlagos kódszóhossz 2,43.
- az átlagos kódszóhossz 2,43, ami a Shannon-féle forráskódolási tételnek megfelelően nagyobb, mint a {„u”, „v”, „w”, „x”, „y”, „z”} halmaz entrópiája, ami kb. 2,38.
- az átlagos kódszóhossz 2,41.

az átlagos kódszóhossz 2,43, ami a Shannon-féle forráskódolási tételnek megfelelően nagyobb, mint a  $\{„u”, „v”, „w”, „x”, „y”, „z”\}$  halmaz entrópiája, ami kb.  $-2,38$ .

### szArit.v01

- Aritmetikai kódolással kódolunk „ $\pi$ ”-ből, „ $\rho$ ”-ből és „ $\sigma$ ”-ből álló háromelemű blokkokat. A forrás a „ $\pi$ ”-t 0,3, a „ $\rho$ ”-t 0,5, a „ $\sigma$ ”-t pedig 0,2 valószínűséggel bocsátja ki. A kódolás során a „ $\pi$ ”, „ $\rho$ ”, „ $\sigma$ ” sorrendben helyezük el a részintervallumot az alapintervallumban. Ha a részintervallumok hossza megegyezik a kódolandó szimbólum előfordulási valószínűségével, és a kódolandó blokk a „ $\sigma\rho\pi$ ”,

- a kiindulási  $[0; 1)$  intervallumban az osztáspontok a 0,3 és a 0,8 pontban vannak.
- a kiindulási  $[0; 1)$  intervallumban a „ $\pi$ ” intervalluma a  $[0; 0,3)$ , a „ $\rho$ ”-é a  $[0,3; 0,8)$  a „ $\sigma$ ”-é pedig a  $[0,8; 1)$ .
- a kiindulási  $[0; 1)$  intervallumban az osztáspontok a 0,2-es, a 0,3-as és a 0,5-ös pontban vannak.
- a kiindulási  $[0; 1)$  intervallumban az osztáspontok a 0,2 és a 0,7 pontban vannak.
- a kiindulási  $[0; 1)$  intervallumban a „ $\sigma$ ” intervalluma a  $[0; 0,3)$ , a „ $\rho$ ”-é a  $[0,3; 0,8)$  a „ $\pi$ ”-é pedig a  $[0,8; 1)$ .
- a kiindulási  $[0; 1)$  intervallumban a „ $\pi$ ” intervalluma a  $[0; 0,3)$ , a „ $\rho$ ”-é a  $[0; 0,5)$  a „ $\sigma$ ”-é pedig a  $[0; 0,2)$ .
- az első kiválasztott részintervallum hossza 0,2.
- az első kiválasztott részintervallum hossza 0,3.
- az első, a „ $\sigma$ ”-hoz tartozó,  $[0,8; 1)$  intervallumon belül a következő („ $\pi$ ”) szimbólum részintervalluma a  $[0,8; 0,86)$ -os.
- az első, a „ $\sigma$ ”-hoz tartozó,  $[0; 0,3)$  intervallumon belül a következő („ $\pi$ ”) szimbólum részintervalluma a  $[0,24; 0,3)$ -as.
- a második („ $\sigma\pi$ ”) részintervallum hossza 0,06.
- a második („ $\sigma\pi$ ”) részintervallum hossza 0,03.
- a végső részintervallum a  $[0,818; 0,848)$ .
- a kódszót a  $0,818 \leq x_b < 0,848$  feltételnek megfelelő  $x_b$  bináris törtek között kell keresni.
- a végső részintervallum a  $[0,258; 0,288)$ .
- a kódszót a  $0,258 \leq x_b < 0,288$  feltételnek megfelelő  $x_b$  bináris törtek között kell keresni.
- a kódszót a  $0,818 < x_b \leq 0,848$  feltételnek megfelelő  $x_b$  bináris törtek között kell keresni.

- a kódszót a  $0,818 \leq x_b < 0,848$  feltételnek megfelelő  $x_b$  bináris törtek egészrésze között kell keresni.
- az intervallumhoz rendelt kódszó az 1101.
- az intervallumhoz rendelt kódszó a 01001.
- az intervallumhoz rendelt kódszó az 1101000000.
- a forrás, mint halmaz entrópiája egy tizedesjegyre kerekítve 1,5.
- a forrás, mint halmaz entrópiája:  $-0,2 \log_2 0,2 - 0,3 \log_2 0,3 - 0,5 \log_2 0,5$ , egy tizedesjegyre kerekítve 1,5.
- a forrás, mint halmaz entrópiája egy tizedesjegyre kerekítve -1,5.
- a forrás, mint halmaz entrópiája:  $0,2 \log_2 0,2 + 0,3 \log_2 0,3 + 0,5 \log_2 0,5$ , egy tizedesjegyre kerekítve -1,5.
- a forrás, mint halmaz entrópiája:  $-0,2 \log_2 0,2 - 0,3 \log_2 0,3 - 0,5 \log_2 0,5$ , egy tizedesjegyre kerekítve 1,5. Ez az entrópia a Shannon-féle forráskódolási tétel szerint nagyobb, mint az átlagos kódszóhossz, ami a mi 3-elemű blokkunkhoz rendelt 4-elemű kódszavunk esetén  $4/3$ .

### szArit.v02

- Aritmetikai kódolással kódolunk „ $\sigma$ ”-ból, „ $\rho$ ”-ból és „ $\pi$ ”-ből álló háromelemű blokkokat. A forrás a „ $\sigma$ ”-t 0,3, a „ $\rho$ ”-t 0,5, a „ $\pi$ ”-t pedig 0,2 valószínűséggel bocsátja ki. A kódolás során a „ $\sigma$ ” „ $\rho$ ” „ $\pi$ ” sorrendben helyezük el a részintervallumot az alapintervallumban. Ha a részintervallumok hossza megegyezik a kódolandó szimbólum előfordulási valószínűségével, és a kódolandó blokk a „ $\sigma\rho\pi$ ”,
- a kiindulási  $[0; 1)$  intervallumban az osztáspontok a 0,3 és a 0,8 pontban vannak.
- a kiindulási  $[0; 1)$  intervallumban a „ $\pi$ ” intervalluma a  $[0; 0,3)$ , a „ $\rho$ ”-é a  $[0,3; 0,8)$  a „ $\sigma$ ”-é pedig a  $[0,8; 1)$ .
- a kiindulási  $[0; 1)$  intervallumban az osztáspontok a 0,2-es, a 0,3-as és a 0,5-ös pontban vannak.
- a kiindulási  $[0; 1)$  intervallumban az osztáspontok a 0,2 és a 0,7 pontban vannak.
- a kiindulási  $[0; 1)$  intervallumban a „ $\sigma$ ” intervalluma a  $[0; 0,3)$ , a „ $\rho$ ”-é a  $[0,3; 0,8)$  a „ $\pi$ ”-é pedig a  $[0,8; 1)$ .
- a kiindulási  $[0; 1)$  intervallumban a „ $\sigma$ ” intervalluma a  $[0; 0,3)$ , a „ $\rho$ ”-é a  $[0; 0,5)$  a „ $\pi$ ”-é pedig a  $[0; 0,2)$ .
- az első kiválasztott részintervallum hossza 0,2.
- az első kiválasztott részintervallum hossza 0,3.

- az első, a „ $\sigma$ ”-hoz tartozó,  $[0, 8; 1)$  intervallumon belül a következő („ $\pi$ ”) szimbólum részintervalluma a  $[0, 8; 0, 86)$ -os.
- az első, a „ $\sigma$ ”-hoz tartozó,  $[0; 0, 3)$  intervallumon belül a következő („ $\pi$ ”) szimbólum részintervalluma a  $[0, 24; 0, 3)$ -as.
- a második („ $\sigma\pi$ ”) részintervallum hossza 0,06.
- a második („ $\sigma\pi$ ”) részintervallum hossza 0,03.
- a végső részintervallum a  $[0, 818; 0, 848)$ .
- a kódszót a  $0, 818 \leq x_b < 0, 848$  feltételnek megfelelő  $x_b$  bináris törtek között kell keresni.
- a végső részintervallum a  $[0, 258; 0, 288)$ .
- a kódszót a  $0, 258 \leq x_b < 0, 288$  feltételnek megfelelő  $x_b$  bináris törtek között kell keresni.
- a kódszót a  $0, 258 < x_b \leq 0, 288$  feltételnek megfelelő  $x_b$  bináris törtek között kell keresni.
- a kódszót a  $0, 258 \leq x_b < 0, 288$  feltételnek megfelelő  $x_b$  bináris törtek egészrésze között kell keresni.
- az intervallumhoz rendelt kódszó az 1101.
- az intervallumhoz rendelt kódszó a 01001.
- az intervallumhoz rendelt kódszó az 01001000000.
- a forrás, mint halmaz entrópiája egy tizedesjegyre kerekítve 1,5.
- a forrás, mint halmaz entrópiája:  $-0, 2 \log_2 0, 2 - 0, 3 \log_2 0, 3 - 0, 5 \log_2 0, 5$ , egy tizedesjegyre kerekítve 1,5.
- a forrás, mint halmaz entrópiája egy tizedesjegyre kerekítve -1,5.
- a forrás, mint halmaz entrópiája:  $0, 2 \log_2 0, 2 + 0, 3 \log_2 0, 3 + 0, 5 \log_2 0, 5$ , egy tizedesjegyre kerekítve -1,5.
- a forrás, mint halmaz entrópiája:  $-0, 2 \log_2 0, 2 - 0, 3 \log_2 0, 3 - 0, 5 \log_2 0, 5$ , egy tizedesjegyre kerekítve 1,5. Ez az entrópia a Shannon-féle forráskódolási tétel szerint nagyobb, mint az átlagos kódszóhossz, ami a mi 3-elemű blokkunkhoz rendelt 5-elemű kódszavunk esetén  $5/3$ .

**szLZW.v01**

- LZW kódolással kódoljuk a következő betűsorozatot:

CDCCDDCDDCDDCDDCDDCDD.

- A felépülő szótár-táblázat első két oszlopa a C és a D betűk tárolására szolgál.

- A felépülő szótár-táblázat első két oszlopa a C és a D betűket tárolja. A kódolás következő lépése során azonban az üzenet elejéről kell kezdeni a kódolást, az első két oszlop csak felsorolja az előforduló szimbólumokat.
- A felépülő szótár-táblázat első két oszlopa a C és a D betűk tárolására szolgál. Ezekben a lépésekben a kódoló a C és D szimbólumok valamilyen, előre megállapodott kódolásbeli alakját tárolja vagy küldi el a dekódolónak.
- A felépülő szótár-táblázat első két oszlopa a C és a DC sztringek tárolására szolgál.
- A felépülő szótár-táblázat első két oszlopa a C és a D betűket tárolja. A kódolás következő lépése során tehát a harmadik betűtől lehet folytatni a szokásos lépésekkel.
- A felépülő szótár-táblázat első két oszlopa a C és a D betűk tárolására szolgál. Ezekben a lépésekben a kódoló a szótároszlopok  $n$  (hivatkozó/pointer), sorát tárolja vagy küldi el a dekódolónak, ami 0.
- Ha a C az első, a D a második oszlopba kerül, akkor a (tényleges) kódolás első lépésében a CD sztringet az  $m = 3$ ,  $n = 1$  oszlopbejegyzésekkel tároljuk, dekódolásköz szükséges az  $n = 1$  érték.
- Ha a C az első, a D a második oszlopba kerül, akkor a (tényleges) kódolás első lépésében a CD sztringet az  $m = 3$ ,  $n = 1$  oszlopbejegyzésekkel tároljuk, dekódolásköz feltétlenül szükséges az  $n = 1$  érték és a továbbvitt D karakter megnevezése.
- Ha a C az első, a D a második oszlopba kerül, akkor a (tényleges) kódolás második lépésében a DC sztringet az  $m = 4$ ,  $n = 2$  oszlopbejegyzésekkel tároljuk, a következő sztring pedig a CC.
- Ha a C az első, a D a második oszlopba kerül, akkor a (tényleges) kódolás második lépésében a DD sztringet az  $m = 4$ ,  $n = 2$  oszlopbejegyzésekkel tároljuk, a következő sztring pedig a DC.
- A legelső háromelemű sztring a 6. oszlopba kerül,  $n = 3$ -ra hivatkozik.
- A legelső háromelemű sztring a 7. oszlopba kerül,  $n = 3$ -ra hivatkozik.
- Az  $m = 9$  sorszámhoz a CDDC sztring tartozik. A dekódoláshoz tárolt, illetve továbbküldött információ a 6.
- Az  $m = 10$  sorszámhoz a CDDC sztring tartozik. A dekódoláshoz tárolt, illetve továbbküldött információ a 7.
- A DD sztringhez az  $m = 12$  sorszám tartozik a szótárban.
- A DD sztringhez az  $m = 4$  sorszám tartozik a szótárban.
- A DD sztring nem szerepel a szótárban.
- Az utolsó bejegyzés a szótárban egy négyelemű sztringet takar.
- Az utolsó bejegyzés a szótárban egy négyelemű sztringet takar. A sztring a DCDD, a hivatkozás  $n = 13$ .



- Az utolsó bejegyzés a szótárban egy ötelemű sztringet takar.
- Az utolsó bejegyzés a szótárban egy négyelemű sztringet takar. A sztring a CDCD, a hivatkozás  $n = 11$ .
- A dekódoláshoz szükséges információ: „C”, „D”, 1 2 1 3 4 4 6 3 5 2 4 13 2, ahol a „C” és a „D” a két betű megállapodás szerinti kódolással.
- A dekódoláshoz szükséges információ: „C”, „D”, 1 2 1 3 4 4 6 3 5 2 4 13 2, ahol a „C” és a „D” a két betű megállapodás szerinti kódolással, a számok pedig az elkódolt sztringekhez tartozó hivatkozó ( $n$ -es) szótárelemek.
- A dekódoláshoz szükséges információ: „C”, „D”, 1 2 2 1 3 5 6 7 3 6 4 11 2, ahol a „C” és a „D” a két betű megállapodás szerinti kódolással.
- A dekódoláshoz szükséges információ: „C”, „D”, 1 2 2 1 3 5 6 7 3 6 4 11 2, ahol a „C” és a „D” a két betű megállapodás szerinti kódolással, a számok pedig az elkódolt sztringekhez tartozó hivatkozó ( $n$ -es) szótárelemek.
- A dekódoláshoz szükséges információ: 1D 2C 1C 3D 4D 4C 6C 3C 5D 2D 4D 13D, azaz az elkódolt sztringekhez tartozó hivatkozó ( $n$ -es) szótárelemek, és a továbbvitt szimbólumok.

### szLZW.v02

- LZW kódolással kódoljuk a következő betűsorozatot:

CDDCCDDCCCCDDDCDDCCDDCDDCDD.

- A felépülő szótár-táblázat első két oszlopa a C és a D betűk tárolására szolgál.
- A felépülő szótár-táblázat első két oszlopa a C és a D betűket tárolja. A kódolás következő lépése során azonban az üzenet elejéről kell kezdeni a kódolást, az első két oszlop csak felsorolja az előforduló szimbólumokat.
- A felépülő szótár-táblázat első két oszlopa a C és a D betűk tárolására szolgál. Ezekben a lépésekben a kódoló a C és D szimbólumok valamilyen, előre megállapodott kódolásbeli alakját tárolja vagy küldi el a dekódolónak.
- A felépülő szótár-táblázat első két oszlopa a C és a DC sztringek tárolására szolgál.
- A felépülő szótár-táblázat első két oszlopa a C és a D betűket tárolja. A kódolás következő lépése során tehát a harmadik betűtől lehet folytatni a szokásos lépésekkel.
- A felépülő szótár-táblázat első két oszlopa a C és a D betűk tárolására szolgál. Ezekben a lépésekben a kódoló a szótároszlopok  $n$  (hivatkozó/pointer), sorát tárolja vagy küldi el a dekódolónak, ami 0.
- Ha a C az első, a D a második oszlopba kerül, akkor a (tényleges) kódolás első lépésében a CD sztringet az  $m = 3$ ,  $n = 1$  oszlopbejegyzésekkel tároljuk, dekódoláskoz szükséges az  $n = 1$  érték.
- Ha a C az első, a D a második oszlopba kerül, akkor a (tényleges) kódolás első lépésében a CD sztringet az  $m = 3$ ,  $n = 1$  oszlopbejegyzésekkel tároljuk, dekódoláskoz feltétlenül szükséges az  $n = 1$  érték és a továbbvitt D karakter megnevezése.

- Ha a C az első, a D a második oszlopba kerül, akkor a (tényleges) kódolás második lépésében a DC sztringet az  $m = 4$ ,  $n = 2$  oszlopbejegyzésekkel tároljuk, a következő sztring pedig a CC.
- Ha a C az első, a D a második oszlopba kerül, akkor a (tényleges) kódolás második lépésében a DD sztringet az  $m = 4$ ,  $n = 2$  oszlopbejegyzésekkel tároljuk, a következő sztring pedig a DC.
- A legelső háromelemű sztring a 6. oszlopba kerül,  $n = 3$ -ra hivatkozik.
- A legelső háromelemű sztring a 7. oszlopba kerül,  $n = 3$ -ra hivatkozik.
- Az  $m = 9$  sorszámhoz a CDDC sztring tartozik. A dekódoláshoz tárolt, illetve továbbküldött információ a 6.
- Az  $m = 10$  sorszámhoz a CDDC sztring tartozik. A dekódoláshoz tárolt, illetve továbbküldött információ a 7.
- A DD sztringhez az  $m = 12$  sorszám tartozik a szótárban.
- A DD sztringhez az  $m = 4$  sorszám tartozik a szótárban.
- A DD sztring nem szerepel a szótárban.
- Az utolsó bejegyzés a szótárban egy négyelemű sztringet takar.
- Az utolsó bejegyzés a szótárban egy négyelemű sztringet takar. A sztring a DCDD, a hivatkozás  $n = 13$ .
- Az utolsó bejegyzés a szótárban egy ötelemű sztringet takar.
- Az utolsó bejegyzés a szótárban egy négyelemű sztringet takar. A sztring a CDCD, a hivatkozás  $n = 11$ .
- A dekódoláshoz szükséges információ: „C”, „D”, 1 2 1 3 4 4 6 3 5 2 4 13 2, ahol a „C” és a „D” a két betű megállapodás szerinti kódolással.
- A dekódoláshoz szükséges információ: „C”, „D”, 1 2 1 3 4 4 6 3 5 2 4 13 2, ahol a „C” és a „D” a két betű megállapodás szerinti kódolással, a számok pedig az elkódolt sztringekhez tartozó hivatkozó ( $n$ -es) szótárelemek.
- A dekódoláshoz szükséges információ: „C”, „D”, 1 2 2 1 3 5 6 7 3 6 4 11 2, ahol a „C” és a „D” a két betű megállapodás szerinti kódolással.
- A dekódoláshoz szükséges információ: „C”, „D”, 1 2 2 1 3 5 6 7 3 6 4 11 2, ahol a „C” és a „D” a két betű megállapodás szerinti kódolással, a számok pedig az elkódolt sztringekhez tartozó hivatkozó ( $n$ -es) szótárelemek.
- A dekódoláshoz szükséges információ: 1D 2D 2C 1C 3D 5C 6C 7C 3C 6D 4C 11D, azaz az elkódolt sztringekhez tartozó hivatkozó ( $n$ -es) szótárelemek, és a továbbvitt szimbólumok.

- LZW kódolással kódoljuk a következő betűsorozatot:

$\alpha\alpha\beta\gamma\alpha\beta\beta\gamma\gamma\alpha\alpha\beta\beta\gamma\alpha\alpha\alpha\gamma$ .

- A felépülő szótár-táblázat első három oszlopa az  $\alpha$ , a  $\beta$  és a  $\gamma$  betűk tárolására szolgál.
- A felépülő szótár-táblázat első három oszlopa az  $\alpha$ , a  $\beta$  és a  $\gamma$  betűket tárolja. A kódolás következő lépése során azonban az üzenet elejéről kell kezdeni a kódolást, az első két oszlop csak felsorolja az előforduló szimbólumokat.
- A felépülő szótár-táblázat első három oszlopa az  $\alpha$ , a  $\beta$  és a  $\gamma$  betűk tárolására szolgál. Ezekben a lépésekben a kódoló az  $\alpha$ , a  $\beta$  és a  $\gamma$  szimbólumok valamilyen, előre megállapodott kódolásbeli alakját tárolja vagy küldi el a dekódolónak.
- A felépülő szótár-táblázat első három oszlopa a az  $\alpha$ , a  $\alpha\beta$  és a  $\gamma\alpha$  sztringek tárolására szolgál.
- A felépülő szótár-táblázat első három oszlopa az  $\alpha$ , a  $\beta$  és a  $\gamma$  betűket tárolja. A kódolás következő lépése során tehát a negyedik betűtől lehet folytatni a szokásos lépésekkel.
- A felépülő szótár-táblázat első három oszlopa az  $\alpha$ , a  $\beta$  és a  $\gamma$  betűk tárolására szolgál. Ezekben a lépésekben a kódoló a szótároszlopok  $n$  (hivatkozó/pointer), sorát tárolja vagy küldi el a dekódolónak, ami 0.
- Ha az  $\alpha$  az első, a  $\beta$  a második, a  $\gamma$  pedig a harmadik oszlopba kerül, akkor a (tényleges) kódolás első lépésében az  $\alpha\alpha$  sztringet az  $m = 4$ ,  $n = 1$  oszlopbejegyzésekkel tároljuk, dekódolásköz szükséges az  $n = 1$  érték.
- Ha az  $\alpha$  az első, a  $\beta$  a második, a  $\gamma$  pedig a harmadik oszlopba kerül, akkor a (tényleges) kódolás első lépésében az  $\alpha\alpha$  sztringet az  $m = 4$ ,  $n = 1$  oszlopbejegyzésekkel tároljuk, dekódolásköz feltétlenül szükséges az  $n = 1$  érték és a továbbvitt  $\alpha$  karakter megnevezése.
- Ha az  $\alpha$  az első, a  $\beta$  a második, a  $\gamma$  pedig a harmadik oszlopba kerül, akkor a (tényleges) kódolás második lépésében az  $\alpha\beta$  sztringet az  $m = 5$ ,  $n = 1$  oszlopbejegyzésekkel tároljuk, a következő sztring pedig a  $\beta\gamma$ .
- Ha az  $\alpha$  az első, a  $\beta$  a második, a  $\gamma$  pedig a harmadik oszlopba kerül, akkor a (tényleges) kódolás második lépésében az  $\alpha\beta$  sztringet az  $m = 5$ ,  $n = 1$  oszlopbejegyzésekkel tároljuk, a következő sztring pedig a  $\gamma\alpha$ .
- A legelső háromelemű sztring a 8. oszlopba kerül,  $n = 5$ -re hivatkozik.
- A legelső háromelemű sztring a 7. oszlopba kerül,  $n = 3$ -ra hivatkozik.
- Az  $m = 9$  sorszámhoz a  $\beta\gamma\gamma$  sztring tartozik. A dekódoláshoz tárolt, illetve továbbküldött információ a 6.
- Az  $m = 9$  sorszámhoz a  $\beta\beta\gamma$  sztring tartozik. A dekódoláshoz tárolt, illetve továbbküldött információ az 5.
- A  $\gamma\alpha$  sztringhez az  $m = 7$  sorszám tartozik a szótárban.

- A  $\gamma\alpha$  sztringhez az  $m = 4$  sorszám tartozik a szótárban.
- A  $\gamma\alpha$  sztring nem szerepel a szótárban.
- Az utolsó bejegyzés a szótárban egy háromelemű sztringet takar.
- Az utolsó előtti bejegyzés a szótárban egy négyelemű sztringet takar. A sztring a  $\gamma\alpha\alpha\alpha$ , a hivatkozás  $n = 10$ .
- Az utolsó bejegyzés a szótárban egy négyelemű sztringet takar.
- Az utolsó bejegyzés a szótárban egy négyelemű sztringet takar. A sztring a  $\alpha\alpha\alpha\gamma$ , a hivatkozás  $n = 11$ .
- A dekódoláshoz szükséges információ: „ $\alpha$ ”, „ $\beta$ ”, „ $\gamma$ ”, 1 1 2 3 5 6 7 8 10 4 3, ahol az „ $\alpha$ ”, „ $\beta$ ”, „ $\gamma$ ”, a három betű megállapodás szerinti kódolással.
- A dekódoláshoz szükséges információ: „ $\alpha$ ”, „ $\beta$ ”, „ $\gamma$ ”, 1 1 2 3 5 6 7 8 10 4 3, ahol az „ $\alpha$ ”, „ $\beta$ ”, „ $\gamma$ ”, a három betű megállapodás szerinti kódolással, a számok pedig az elkódolt sztringekhez tartozó hivatkozó ( $n$ -es) szótárelemek.
- A dekódoláshoz szükséges információ: „ $\alpha$ ”, „ $\beta$ ”, „ $\gamma$ ”, 1 1 2 3 1 2 2 3 3 1 1 2 2 3 1 1 1 1 3, ahol az „ $\alpha$ ”, „ $\beta$ ”, „ $\gamma$ ”, a három betű megállapodás szerinti kódolással.
- A dekódoláshoz szükséges információ: „C”, „D”, 1 2 3 1 5 6 7 8 10 4, ahol az „ $\alpha$ ”, „ $\beta$ ”, „ $\gamma$ ”, a három betű megállapodás szerinti kódolással, a számok pedig az elkódolt sztringekhez tartozó hivatkozó ( $n$ -es) szótárelemek.
- A dekódoláshoz szükséges információ:  $1\alpha$   $1\beta$   $2\gamma$   $3\alpha$   $5\beta$   $6\gamma$   $7\alpha$   $8\gamma$   $10\alpha$   $4\gamma$ , azaz az elkódolt sztringekhez tartozó hivatkozó ( $n$ -es) szótárelemek, és a továbbvitt szimbólumok.

**szAM.v01**

- Az  $f_v(t) = (1 \text{ mV}) \cdot \cos(10^6 \text{ s}^{-1} t)$  vivőjelre amplitúdómodulációval egy  $f_m(t) = 0,6 \text{ mV} + (1,0 \text{ mV}) \cos(5 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1} t) + (0,8 \text{ mV}) \cos(9 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1} t)$  moduláló jelet ültetünk.
- A vivőjel spektruma két, a  $10^6 \text{ s}^{-1}$  és a  $-10^6 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál elhelyezkedő,  $0,5 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- A vivőjel spektruma két, a  $10^6 \text{ s}^{-1}$  és a  $-10^6 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál elhelyezkedő,  $2 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- A vivőjel spektruma a  $-10^6 \text{ s}^{-1}$  és a  $10^6 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciák között  $0,5 \text{ mV}$  értékű, másutt  $0$ .
- A moduláló jel kétoldali spektruma a  $0 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy  $0,6 \text{ mV}$  magasságú, a  $-5 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  és a  $5 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,5 \text{ mV}$  magasságú, a  $-9 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  és a  $9 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál pedig egy-egy  $0,4 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.

- A moduláló jel kétoldali spektruma a  $0\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy  $0,6\text{ mV}$  magasságú, a  $-5 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  és a  $5 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $1,0\text{ mV}$  magasságú, a  $-9 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  és a  $9 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál pedig egy-egy  $0,8\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- A moduláló jel kétoldali spektruma a  $0\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy  $0,6\text{ mV}$  magasságú, a  $-5 \cdot 10^6\text{ s}^{-1}$  és a  $5 \cdot 10^6\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,5\text{ mV}$  magasságú, a  $-9 \cdot 10^6\text{ s}^{-1}$  és a  $9 \cdot 10^6\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál pedig egy-egy  $0,4\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- A modulált jel spektruma a vivő spektrumvonalainak a helyén  $0,3\text{ mV}$ , ha a vivő nincs elnyomva.
- A modulált jel spektruma a vivő spektrumvonalainak a helyén  $0\text{ mV}$ , ha elnyomott vivős a moduláció.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-105 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , a  $-95 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , a  $95 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  és a  $105 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,25\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-109 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , a  $-91 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , a  $91 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  és a  $109 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,2\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-15 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , a  $-5 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , a  $5 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  és a  $15 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,25\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-105 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , a  $-95 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , a  $95 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  és a  $105 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $1,2\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-9 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , a  $-5 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , a  $5 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  és a  $9 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,25\text{ mV}$ ;  $0,2\text{ mV}$ ;  $0,2\text{ mV}$ ;  $0,25\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.
- Elnyomott alsó oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-105 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $105 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,25\text{ mV}$ -os, a  $-109 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $109 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,2\text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,3\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- Elnyomott felső oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-95 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $95 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,25\text{ mV}$ -os, a  $-91 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $91 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,2\text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,3\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- Elnyomott felső oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-105 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $95 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,25\text{ mV}$ -os, a  $-109 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $91 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,2\text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^4\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,3\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.

- Elnyomott alsó oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-109 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $-91 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  a  $91 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $109 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,2 \text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,3 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- Ha az átviteli csatorna a  $[95; 110) \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  sávra van korlátozva (csonkolt alsó oldalsávós moduláció), akkor a modulált jel spektruma a  $-105 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $-95 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $95 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $105 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,25 \text{ mV}$ -os, a  $-109 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $109 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,2 \text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,3 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- Ha az átviteli csatorna a  $[95; 110) \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  sávra van korlátozva (csonkolt alsó oldalsávós moduláció), akkor a modulált jel spektruma a  $-105 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $-95 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $95 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $105 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,25 \text{ mV}$ -os, a  $-109 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $109 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,25 \text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,3 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll. A csonkolás miatt a  $-109$  és  $109 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ -en levő spektrumvonal nem feleződik.
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^4 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-109; -105; -100; , -95; -91; 91; 95; 100; 105; 109$ .
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^6 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-1, 09; -1, 05; -1; , -0, 95; -0, 91; 0, 91; 0, 95; 1; 1, 05; 1, 09$ .
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^4 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-19, -15, -10, -5, -1, 1, 5, 10, 15, 19$ .
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^6 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-1, 09; -1, 05; -1; , -0, 95; -0, 91; 0; 0, 91; 0, 95; 1; 1, 05; 1, 09$ .
- A modulált jel spektrumvonalai olyan távolságra helyezkednek el a vivőjel spektrumvonalaitól, mint amilyenre a modulálójel spektrumvonalai a  $0 \text{ 1/s}$ -tól (DC spektrumvonalától).
- A modulált jel spektrumvonalai a szinusz-koszinuszos azonosságok miatt feleolyan távolságra helyezkednek el a vivőjel spektrumvonalaitól, mint amilyenre a modulálójel spektrumvonalai a  $0 \text{ 1/s}$ -tól (DC spektrumvonalától).
- A modulált jel spektrumvonalai olyan távolságra helyezkednek el a vivőjel spektrumvonalaitól, mint amilyenre a modulálójel spektrumvonalai a  $0 \text{ 1/s}$ -tól (DC spektrumvonalától), csak a modulált jel spektrumvonalainak magassága negyede a moduláló jel (kétoldalas) spektrumvonalai magasságának.

- Az  $f_v(t) = (1 \text{ mV}) \cdot \cos(10^9 \text{ s}^{-1} t)$  vivőjelre amplitúdómodulációval egy  $f_m(t) = 0,8 \text{ mV} + (1,2 \text{ mV}) \cos(3 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1} t) + (0,6 \text{ mV}) \cos(6 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1} t)$  moduláló jelet ültetünk.
- A vivőjel spektruma két, a  $10^9 \text{ s}^{-1}$  és a  $-10^9 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál elhelyezkedő,  $0,5 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- A vivőjel spektruma két, a  $10^9 \text{ s}^{-1}$  és a  $-10^9 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál elhelyezkedő,  $2 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- A vivőjel spektruma a  $-10^9 \text{ s}^{-1}$  és a  $10^9 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciák között  $0,5 \text{ mV}$  értékű, másutt  $0$ .
- A moduláló jel kétoldali spektruma a  $0 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy  $0,8 \text{ mV}$  magasságú, a  $-3 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  és a  $3 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,6 \text{ mV}$  magasságú, a  $-6 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  és a  $6 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál pedig egy-egy  $0,3 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- A moduláló jel kétoldali spektruma a  $0 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy  $0,8 \text{ mV}$  magasságú, a  $-3 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  és a  $3 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $1,2 \text{ mV}$  magasságú, a  $-6 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  és a  $6 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál pedig egy-egy  $0,6 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- A moduláló jel kétoldali spektruma a  $0 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy  $0,8 \text{ mV}$  magasságú, a  $-3 \cdot 10^9 \text{ s}^{-1}$  és a  $3 \cdot 10^9 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,6 \text{ mV}$  magasságú, a  $-6 \cdot 10^9 \text{ s}^{-1}$  és a  $6 \cdot 10^9 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál pedig egy-egy  $0,3 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- A modulált jel spektruma a vivő spektrumvonalainak a helyén  $0,4 \text{ mV}$ , ha a vivő nincs elnyomva.
- A modulált jel spektruma a vivő spektrumvonalainak a helyén  $0 \text{ mV}$ , ha elnyomott vivős a moduláció.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-103 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , a  $-97 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , a  $97 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  és a  $103 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-106 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , a  $-94 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , a  $94 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  és a  $106 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,15 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-13 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , a  $-7 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , a  $7 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  és a  $13 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-103 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , a  $-97 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , a  $97 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  és a  $103 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $1,2 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-6 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , a  $-3 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , a  $3 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  és a  $6 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$ ;  $0,15 \text{ mV}$ ;  $0,15 \text{ mV}$ ;  $0,3 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.

- Elyomott alsó oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-103 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $103 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy 0,3 mV-os, a  $-106 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $106 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy 0,15 mV-os, a  $-100 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy 0,4 mV magasságú spektrumvonalból áll.
- Elyomott felső oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-97 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $97 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy 0,3 mV-os, a  $-94 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $94 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy 0,15 mV-os, a  $-100 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy 0,4 mV magasságú spektrumvonalból áll.
- Elyomott felső oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-103 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $97 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy 0,3 mV-os, a  $-106 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $94 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy 0,15 mV-os, a  $-100 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy 0,4 mV magasságú spektrumvonalból áll.
- Elyomott alsó oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-106 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , a  $-94 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  a  $94 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $106 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy 0,15 mV-os, a  $-100 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy 0,4 mV magasságú spektrumvonalból áll.
- Ha az átviteli csatorna a  $[95; 110) \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  sávra van korlátozva (csonkolt alsó oldalsávós moduláció), akkor a modulált jel spektruma a  $-103 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , a  $-97 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , a  $97 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $103 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy 0,3 mV-os, a  $-106 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $106 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy 0,15 mV-os, a  $-100 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy 0,4 mV magasságú spektrumvonalból áll.
- Ha az átviteli csatorna a  $[95; 110) \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  sávra van korlátozva (csonkolt alsó oldalsávós moduláció), akkor a modulált jel spektruma a  $-103 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , a  $-97 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , a  $97 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $103 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy 0,3 mV-os, a  $-106 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $106 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy 0,3 mV-os, a  $-100 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy 0,4 mV magasságú spektrumvonalból áll. A csonkolás miatt a  $-106$  és  $106 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$ -en levő spektrumvonal nem feleződik.
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^7 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-106; -103; -100; -97; -94; 94; 97; 100; 103; 106$ .
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^9 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-1, 06; -1, 03; -1; -0, 97; -0, 94; 0, 94; 0, 97; 1; 1, 03; 1, 06$ .
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^7 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-16, -13, -10, -7, -4, 4, 7, 10, 13, 16$ .
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^9 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-1, 06; -1, 03; -1; -0, 97; -0, 94; 0; 0, 94; 0, 97; 1; 1, 03; 1, 06$ .



- A modulált jel spektrumvonalai olyan távolságra helyezkednek el a vivőjel spektrumvonalaitól, mint amilyenre a modulálójel spektrumvonalai a  $0$   $1/s$ -tól (DC spektrumvonalától).
- A modulált jel spektrumvonalai a szinusz-koszinuszos azonosságok miatt feleolyan távolságra helyezkednek el a vivőjel spektrumvonalaitól, mint amilyenre a modulálójel spektrumvonalai a  $0$   $1/s$ -tól (DC spektrumvonalától).
- A modulált jel spektrumvonalai olyan távolságra helyezkednek el a vivőjel spektrumvonalaitól, mint amilyenre a modulálójel spektrumvonalai a  $0$   $1/s$ -tól (DC spektrumvonalától), csak a modulált jel spektrumvonalainak magassága negyede a moduláló jel (kétoldalas) spektrumvonalai magasságának.

**szAM.v03**

- Az  $f_v(t) = (2 \text{ mV}) \cdot \cos(10^7 \text{ s}^{-1} t)$  vivőjelre amplitúdómodulációval egy  $f_m(t) = 0,4 \text{ mV} + (0,6 \text{ mV}) \cos(3 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1} t) + (0,3 \text{ mV}) \cos(6 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1} t)$  moduláló jelet ültetünk.
- A vivőjel spektruma két, a  $10^7 \text{ s}^{-1}$  és a  $-10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál elhelyezkedő,  $1 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- A vivőjel spektruma két, a  $10^7 \text{ s}^{-1}$  és a  $-10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál elhelyezkedő,  $4 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- A vivőjel spektruma a  $-10^7 \text{ s}^{-1}$  és a  $10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciák között  $1 \text{ mV}$  értékű, másutt  $0$ .
- A moduláló jel kétoldali spektruma a  $0 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy  $0,4 \text{ mV}$  magasságú, a  $-3 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  és a  $3 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$  magasságú, a  $-6 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  és a  $6 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál pedig egy-egy  $0,15 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- A moduláló jel kétoldali spektruma a  $0 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy  $0,8 \text{ mV}$  magasságú, a  $-3 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  és a  $3 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $1,2 \text{ mV}$  magasságú, a  $-6 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  és a  $6 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál pedig egy-egy  $0,6 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- A moduláló jel kétoldali spektruma a  $0 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy  $0,4 \text{ mV}$  magasságú, a  $-3 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  és a  $3 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$  magasságú, a  $-6 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  és a  $6 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál pedig egy-egy  $0,15 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- A modulált jel spektruma a vivő spektrumvonalainak a helyén  $0,4 \text{ mV}$ , ha a vivő nincs elnyomva.
- A modulált jel spektruma a vivő spektrumvonalainak a helyén  $0 \text{ mV}$ , ha elnyomott vivős a moduláció.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsáv moduláció esetén tartalmaz a  $-103 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $-97 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $97 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  és a  $103 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.

- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-106 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $-94 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $94 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  és a  $106 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,15 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-13 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $-7 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $7 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  és a  $13 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-103 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $-97 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $97 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  és a  $103 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $1,2 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-6 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $-3 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $3 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  és a  $6 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$ ;  $0,15 \text{ mV}$ ;  $0,15 \text{ mV}$ ;  $0,3 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.
- Elnyomott alsó oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-103 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $103 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$ -os, a  $-106 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $106 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,15 \text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,4 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- Elnyomott felső oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-97 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $97 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$ -os, a  $-94 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $94 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,15 \text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,4 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- Elnyomott felső oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-103 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $97 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$ -os, a  $-106 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $94 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,15 \text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,4 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- Elnyomott alsó oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-106 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $-94 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  a  $94 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $106 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,15 \text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,4 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- Ha az átviteli csatorna a  $[95; 110) \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  sávra van korlátozva (csonkolt alsó oldalsávós moduláció), akkor a modulált jel spektruma a  $-103 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $-97 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $97 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $103 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$ -os, a  $-106 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $106 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,15 \text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,4 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- Ha az átviteli csatorna a  $[95; 110) \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  sávra van korlátozva (csonkolt alsó oldalsávós moduláció), akkor a modulált jel spektruma a  $-103 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $-97 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $97 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $103 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$ -os, a  $-106 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $106 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,4 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll. A csonkolás miatt a  $-106$  és  $106 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ -en levő spektrumvonal nem feleződik.

- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^5 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-106; -103; -100; , -97; -94; 94; 97; 100; 103; 106$ .
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^7 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-1, 06; -1, 03; -1; , -0, 97; -0, 94; 0, 94; 0, 97; 1; 1, 03; 1, 06$ .
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^5 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-16, -13, -10, -7, -4, 4, 7, 10, 13, 16$ .
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^7 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-1, 06; -1, 03; -1; , -0, 97; -0, 94; 0; 0, 94; 0, 97; 1; 1, 03; 1, 06$ .
- A modulált jel spektrumvonalai olyan távolságra helyezkednek el a vivőjel spektrumvonalaitól, mint amilyenre a modulálójel spektrumvonalai a  $0 \text{ 1/s}$ -tól (DC spektrumvonalától).
- A modulált jel spektrumvonalai a szinusz-koszinuszos azonosságok miatt feleolyan távolságra helyezkednek el a vivőjel spektrumvonalaitól, mint amilyenre a modulálójel spektrumvonalai a  $0 \text{ 1/s}$ -tól (DC spektrumvonalától).
- A modulált jel spektrumvonalai olyan távolságra helyezkednek el a vivőjel spektrumvonalaitól, mint amilyenre a modulálójel spektrumvonalai a  $0 \text{ 1/s}$ -tól (DC spektrumvonalától), csak a modulált jel spektrumvonalainak magassága negyede a moduláló jel (kétoldalas) spektrumvonalai magasságának.

#### szAM.v04

- Az  $f_v(t) = (4 \text{ mV}) \cdot \cos(10^7 \text{ s}^{-1} t)$  vivőjelre amplitúdómodulációval egy  $f_m(t) = 0,15 \text{ mV} + (0,25 \text{ mV}) \cos(5 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1} t) + (0,2 \text{ mV}) \cos(9 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1} t)$  moduláló jelet ültetünk.
- A vivőjel spektruma két, a  $10^7 \text{ s}^{-1}$  és a  $-10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál elhelyezkedő,  $2 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- A vivőjel spektruma két, a  $10^7 \text{ s}^{-1}$  és a  $-10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál elhelyezkedő,  $8 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- A vivőjel spektruma a  $-10^7 \text{ s}^{-1}$  és a  $10^7 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciák között  $2 \text{ mV}$  értékű, másütt  $0$ .
- A moduláló jel kétoldali spektruma a  $0 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy  $0,15 \text{ mV}$  magasságú, a  $-5 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  és a  $5 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,125 \text{ mV}$  magasságú, a  $-9 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  és a  $9 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál pedig egy-egy  $0,1 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- A moduláló jel kétoldali spektruma a  $0 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy  $0,6 \text{ mV}$  magasságú, a  $-5 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  és a  $5 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $1,0 \text{ mV}$  magasságú, a  $-9 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  és a  $9 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál pedig egy-egy  $0,8 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.

- A moduláló jel kétoldali spektruma a  $0\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy  $0,075\text{ mV}$  magasságú, a  $-5 \cdot 10^7\text{ s}^{-1}$  és a  $5 \cdot 10^7\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,125\text{ mV}$  magasságú, a  $-9 \cdot 10^7\text{ s}^{-1}$  és a  $9 \cdot 10^7\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál pedig egy-egy  $0,1\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- A modulált jel spektruma a vivő spektrumvonalainak a helyén  $0,3\text{ mV}$ , ha a vivő nincs elnyomva.
- A modulált jel spektruma a vivő spektrumvonalainak a helyén  $0\text{ mV}$ , ha elnyomott vivős a moduláció.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-105 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , a  $-95 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , a  $95 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  és a  $105 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,25\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-109 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , a  $-91 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , a  $91 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  és a  $109 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,2\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-15 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , a  $-5 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , a  $5 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  és a  $15 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,25\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-105 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , a  $-95 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , a  $95 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  és a  $105 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $1,2\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-9 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , a  $-5 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , a  $5 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  és a  $9 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,25\text{ mV}$ ;  $0,2\text{ mV}$ ;  $0,2\text{ mV}$ ;  $0,25\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalat.
- Elnyomott alsó oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-105 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $105 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,25\text{ mV}$ -os, a  $-109 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $109 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,2\text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,3\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- Elnyomott felső oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-95 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $95 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,25\text{ mV}$ -os, a  $-91 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $91 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,2\text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,3\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- Elnyomott felső oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-105 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $95 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,25\text{ mV}$ -os, a  $-109 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $91 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,2\text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,3\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- Elnyomott alsó oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-109 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , a  $-91 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  a  $91 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $109 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,2\text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^5\text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,3\text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.

- Ha az átviteli csatorna a  $[95; 110) \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  sávra van korlátozva (csonkolt alsó oldalsáv moduláció), akkor a modulált jel spektruma a  $-105 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $-95 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $95 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $105 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,25 \text{ mV}$ -os, a  $-109 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $109 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,2 \text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,3 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- Ha az átviteli csatorna a  $[95; 110) \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  sávra van korlátozva (csonkolt alsó oldalsáv moduláció), akkor a modulált jel spektruma a  $-105 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $-95 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , a  $95 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $105 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,25 \text{ mV}$ -os, a  $-109 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $109 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,25 \text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,3 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll. A csonkolás miatt a  $-109$  és  $109 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ -en levő spektrumvonal nem feleződik.
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^5 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-109; -105; -100; , -95; -91; 91; 95; 100; 105; 109$ .
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^7 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-1,09; -1,05; -1; , -0,95; -0,91; 0,91; 0,95; 1; 1,05; 1,09$ .
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^5 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-19, -15, -10, -5, -1, 1, 5, 10, 15, 19$ .
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^7 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-1,09; -1,05; -1; , -0,95; -0,91; 0,91; 0,95; 1; 1,05; 1,09$ .
- A modulált jel spektrumvonalai olyan távolságra helyezkednek el a vivőjel spektrumvonalaitól, mint amilyenre a modulálójel spektrumvonalai a  $0 \text{ 1/s}$ -tól (DC spektrumvonalától).
- A modulált jel spektrumvonalai a szinusz-koszinuszos azonosságok miatt feleolyan távolságra helyezkednek el a vivőjel spektrumvonalaitól, mint amilyenre a modulálójel spektrumvonalai a  $0 \text{ 1/s}$ -tól (DC spektrumvonalától).
- A modulált jel spektrumvonalai olyan távolságra helyezkednek el a vivőjel spektrumvonalaitól, mint amilyenre a modulálójel spektrumvonalai a  $0 \text{ 1/s}$ -tól (DC spektrumvonalától), csak a modulált jel spektrumvonalainak magassága negyede a moduláló jel (kétoldalas) spektrumvonalai magasságának.

### szAM.v05

- Az  $f_v(t) = (0,25 \text{ mV}) \cdot \cos(10^6 \text{ s}^{-1} t)$  vivőjelre amplitúdómodulációval egy  $f_m(t) = 3,2 \text{ mV} + (4,8 \text{ mV}) \cos(3 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1} t) + (2,4 \text{ mV}) \cos(6 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1} t)$  moduláló jelet ültetünk.
- A vivőjel spektruma két, a  $10^6 \text{ s}^{-1}$  és a  $-10^6 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál elhelyezkedő,  $0,125 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.

- A vivőjel spektruma két, a  $10^6 \text{ s}^{-1}$  és a  $-10^6 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál elhelyezkedő, 1 mV magasságú spektrumvonalból áll.
- A vivőjel spektruma a  $-10^6 \text{ s}^{-1}$  és a  $10^6 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciák között 0,125 mV értékű, másutt 0.
- A moduláló jel kétoldali spektruma a  $0 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy 3,2 mV magasságú, a  $-3 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  és a  $3 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy 2,4 mV magasságú, a  $-6 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  és a  $6 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál pedig egy-egy 1,2 mV magasságú spektrumvonalból áll.
- A moduláló jel kétoldali spektruma a  $0 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy 3,2 mV magasságú, a  $-3 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  és a  $3 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy 4,8 mV magasságú, a  $-6 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  és a  $6 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál pedig egy-egy 2,4 mV magasságú spektrumvonalból áll.
- A moduláló jel kétoldali spektruma a  $0 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy 1,6 mV magasságú, a  $-3 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}$  és a  $3 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy 2,4 mV magasságú, a  $-6 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}$  és a  $6 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál pedig egy-egy 1,2 mV magasságú spektrumvonalból áll.
- A modulált jel spektruma a vivő spektrumvonalainak a helyén 0,4 mV, ha a vivő nincs elnyomva.
- A modulált jel spektruma a vivő spektrumvonalainak a helyén 0 mV, ha elnyomott vivős a moduláció.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-103 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $-97 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $97 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  és a  $103 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy 0,3 mV magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-106 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $-94 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $94 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  és a  $106 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy 0,15 mV magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-13 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $-7 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $7 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  és a  $13 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy 0,3 mV magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-103 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $-97 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $97 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  és a  $103 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy 1,2 mV magasságú spektrumvonalat.
- A modulált jel spektruma dupla oldalsávós moduláció esetén tartalmaz a  $-6 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $-3 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $3 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  és a  $6 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy 0,3 mV; 0,15 mV; 0,15 mV; 0,3 mV magasságú spektrumvonalat.
- Elnyomott alsó oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-103 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $103 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy 0,3 mV-os, a  $-106 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $106 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy 0,15 mV-os, a  $-100 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy 0,4 mV magasságú spektrumvonalból áll.

- Elnyomott felső oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-97 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $97 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$ -os, a  $-94 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $94 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,15 \text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,4 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- Elnyomott felső oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-103 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $97 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$ -os, a  $-106 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $94 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,15 \text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,4 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- Elnyomott alsó oldalsávós moduláció esetén a modulált jel spektruma a  $-106 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $-94 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  a  $94 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $106 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,15 \text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,4 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- Ha az átviteli csatorna a  $[95; 110) \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  sávra van korlátozva (csonkolt alsó oldalsávós moduláció), akkor a modulált jel spektruma a  $-103 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $-97 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $97 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $103 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$ -os, a  $-106 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $106 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,15 \text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,4 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll.
- Ha az átviteli csatorna a  $[95; 110) \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  sávra van korlátozva (csonkolt alsó oldalsávós moduláció), akkor a modulált jel spektruma a  $-103 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $-97 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , a  $97 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $103 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciáknál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$ -os, a  $-106 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $106 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciánál egy-egy  $0,3 \text{ mV}$ -os, a  $-100 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ , illetve a  $100 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  körfrekvenciákon pedig egy-egy  $0,4 \text{ mV}$  magasságú spektrumvonalból áll. A csonkolás miatt a  $-106$  és  $106 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ -en levő spektrumvonal nem feleződik.
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^4 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-106; -103; -100; , -97; -94; 94; 97; 100; 103; 106$ .
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^6 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-1,06; -1,03; -1; , -0,97; -0,94; 0,94; 0,97; 1; 1,03; 1,06$ .
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^4 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-16, -13, -10, -7, -4, 4, 7, 10, 13, 16$ .
- A modulált jel kétoldalas spektrumában a spektrumvonalak helye  $10^6 \text{ s}^{-1}$ -os körfrekvencia-egységekben DSB modulációval:  $-1,06; -1,03; -1; , -0,97; -0,94; 0,94; 0,97; 1; 1,03; 1,06$ .
- A modulált jel spektrumvonalai olyan távolságra helyezkednek el a vivőjel spektrumvonalaitól, mint amilyenre a modulálójel spektrumvonalai a  $0 \text{ 1/s}$ -tól (DC spektrumvonalától).

- A modulált jel spektrumvonalai a szinusz-koszinuszos azonosságok miatt feleolyan távolságra helyezkednek el a vivőjel spektrumvonalaitól, mint amilyenre a modulálójel spektrumvonalai a  $0$   $1/s$ -től (DC spektrumvonalától).
- A modulált jel spektrumvonalai olyan távolságra helyezkednek el a vivőjel spektrumvonalaitól, mint amilyenre a modulálójel spektrumvonalai a  $0$   $1/s$ -től (DC spektrumvonalától), csak a modulált jel spektrumvonalainak magassága negyede a moduláló jel (kétoldalas) spektrumvonalai magasságának.

**szRS.v01**

- A  $GF(17)$  véges számtesten  $(8, 5)$  paraméterű Reed–Solomon kódot készítünk a  $\vartheta = 2$  generátorelemmel. A kódolandó üzenet a  $\mathbf{b} = (14\ 2\ 0\ 0\ 1)$ . Ekkor
  - az üzenethez rendelt polinom  $b(t) = 14 + 2t + t^4$ .
  - az üzenethez rendelt polinom  $b(t) = 14t^4 + 2t^3 + 1$ .
  - a kódoláshoz szükséges a  $\vartheta$  szám első 8 hatványa. Ezek közül a  $\vartheta^2 = 4$ ,  $\vartheta^8 = 1$ .
  - a kódoláshoz szükséges a  $\vartheta$  szám első 8 hatványa. Ezek közül a  $\vartheta^2 = 4$ ,  $\vartheta^8 = 8$ .
  - a kódoláshoz szükséges a  $\vartheta$  szám első 8 hatványa. Ezek közül a  $\vartheta^5 = 15$ ,  $\vartheta^6 = 13$ .
  - a kódoláshoz szükséges a  $\vartheta$  szám első 8 hatványa. Ezek közül a  $\vartheta^5 = 8$ ,  $\vartheta^6 = 4$ .
  - a kód generátorpolinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $g(t) = (t - 2) \cdot (t - 4) \cdot (t - 8)$ .
  - a kód generátorpolinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $g(t) = (t - 1) \cdot (t - 2) \cdot (t - 4)$ .
  - a kód paritásellenőrző polinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $h(t) = (t - 16) \cdot (t - 15) \cdot (t - 13) \cdot (t - 9) \cdot (t - 1)$ .
  - a kód paritásellenőrző polinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $h(t) = (t - 8) \cdot (t - 16) \cdot (t - 15) \cdot (t - 13) \cdot (t - 9)$ .
  - a kód paritásellenőrző polinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $h(t) = (t - 16) \cdot (t - 15) \cdot (t - 14) \cdot (t - 13) \cdot (t - 12) \cdot (t - 11) \cdot (t - 10) \cdot (t - 9) \cdot (t - 8) \cdot (t - 7) \cdot (t - 6) \cdot (t - 5) \cdot (t - 4) \cdot (t - 3)$ .
  - a kódszó nulladik eleme  $c_0 = 0$ .
  - a kódszó nulladik eleme  $c_0 = 14$ .
  - a kódszó első eleme  $c_1 = 14 + 2\vartheta + \vartheta^4 = 0$ .
  - a kódszó első eleme  $c_1 = 14\vartheta^4 + 2\vartheta^3 + 1 = 9$ .
  - a kódszó második eleme  $c_2 = 6$ .



- a kódszó második eleme  $c_2 = 7$ .
- a kódszó harmadik eleme  $c_3 = 14 + 2\vartheta^3 + \vartheta^{12} = 12$ .
- a kódszó harmadik eleme  $c_3 = 14\vartheta^{12} + 2\vartheta^9 + 1 = 14$ .
- a kódszó hetedik eleme  $c_7 = 14$ .
- a kódszó hetedik eleme  $c_7 = 12$ .

**szRS.v02**

- A  $GF(17)$  véges számtesten  $(8, 5)$  paraméterű Reed–Solomon kódot készítünk a  $\vartheta = 15$  generátorelemmel. A kódolandó üzenet a  $\mathbf{b} = (14\ 2\ 0\ 0\ 1)$ . Ekkor
  - az üzenethez rendelt polinom  $b(t) = 14 + 2t + t^4$ .
  - az üzenethez rendelt polinom  $b(t) = 14t^4 + 2t^3 + 1$ .
  - a kódoláshoz szükséges a  $\vartheta$  szám első 8 hatványa. Ezek közül a  $\vartheta^2 = 13$ ,  $\vartheta^8 = 1$ .
  - a kódoláshoz szükséges a  $\vartheta$  szám első 8 hatványa. Ezek közül a  $\vartheta^2 = 16$ ,  $\vartheta^8 = 15$ .
  - a kódoláshoz szükséges a  $\vartheta$  szám első 8 hatványa. Ezek közül a  $\vartheta^5 = 9$ ,  $\vartheta^6 = 4$ .
  - a kódoláshoz szükséges a  $\vartheta$  szám első 8 hatványa. Ezek közül a  $\vartheta^5 = 15$ ,  $\vartheta^6 = 13$ .
  - a kód generátorpolinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $g(t) = (t - 8) \cdot (t - 13) \cdot (t - 2)$ .
  - a kód generátorpolinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $g(t) = (t - 9) \cdot (t - 13) \cdot (t - 15)$ .
  - a kód paritásellenőrző polinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $h(t) = (t - 16) \cdot (t - 9) \cdot (t - 4) \cdot (t - 15) \cdot (t - 1)$ .
  - a kód paritásellenőrző polinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $h(t) = (t - 16) \cdot (t - 8) \cdot (t - 4) \cdot (t - 2) \cdot (t - 1)$ .
  - a kód paritásellenőrző polinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $h(t) = (t - 16) \cdot (t - 15) \cdot (t - 14) \cdot (t - 13) \cdot (t - 12) \cdot (t - 11) \cdot (t - 10) \cdot (t - 9) \cdot (t - 8) \cdot (t - 7) \cdot (t - 6) \cdot (t - 5) \cdot (t - 4) \cdot (t - 3)$ .
  - a kódszó nulladik eleme  $c_0 = 0$ .
  - a kódszó nulladik eleme  $c_0 = 14$ .
  - a kódszó első eleme  $c_1 = 14 + 2\vartheta + \vartheta^4 = 12$ .
  - a kódszó első eleme  $c_1 = 14\vartheta^4 + 2\vartheta^3 + 1 = 14$ .

- a kódszó második eleme  $c_2 = 7$ .
- a kódszó második eleme  $c_2 = 6$ .
- a kódszó harmadik eleme  $c_3 = 14 + 2\vartheta^3 + \vartheta^{12} = 0$ .
- a kódszó harmadik eleme  $c_3 = 14\vartheta^{12} + 2\vartheta^9 + 1 = 9$ .
- a kódszó hetedik eleme  $c_7 = 9$ .
- a kódszó hetedik eleme  $c_7 = 0$ .

**szRS.v03**

- A  $GF(17)$  véges számtesten  $(8, 5)$  paraméterű Reed–Solomon kódot készítünk a  $\vartheta = 8$  generátorelemmel. A kódolandó üzenet a  $\mathbf{b} = (14\ 2\ 0\ 0\ 1)$ . Ekkor
  - az üzenethez rendelt polinom  $b(t) = 14 + 2t + t^4$ .
  - az üzenethez rendelt polinom  $b(t) = 14t^4 + 2t^3 + 1$ .
  - a kódoláshoz szükséges a  $\vartheta$  szám első 8 hatványa. Ezek közül a  $\vartheta^2 = 13$ ,  $\vartheta^8 = 1$ .
  - a kódoláshoz szükséges a  $\vartheta$  szám első 8 hatványa. Ezek közül a  $\vartheta^2 = 16$ ,  $\vartheta^8 = 15$ .
  - a kódoláshoz szükséges a  $\vartheta$  szám első 8 hatványa. Ezek közül a  $\vartheta^5 = 8$ ,  $\vartheta^6 = 4$ .
  - a kódoláshoz szükséges a  $\vartheta$  szám első 8 hatványa. Ezek közül a  $\vartheta^5 = 15$ ,  $\vartheta^6 = 13$ .
  - a kód generátorpolinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $g(t) = (t - 9) \cdot (t - 13) \cdot (t - 15)$ .
  - a kód generátorpolinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $g(t) = (t - 8) \cdot (t - 13) \cdot (t - 2)$ .
  - a kód paritásellenőrző polinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $h(t) = (t - 16) \cdot (t - 8) \cdot (t - 4) \cdot (t - 2) \cdot (t - 1)$ .
  - a kód paritásellenőrző polinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $h(t) = (t - 16) \cdot (t - 9) \cdot (t - 4) \cdot (t - 15) \cdot (t - 1)$ .
  - a kód paritásellenőrző polinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $h(t) = (t - 16) \cdot (t - 15) \cdot (t - 14) \cdot (t - 13) \cdot (t - 12) \cdot (t - 11) \cdot (t - 10) \cdot (t - 9) \cdot (t - 8) \cdot (t - 7) \cdot (t - 6) \cdot (t - 5) \cdot (t - 4) \cdot (t - 3)$ .
  - a kódszó nulladik eleme  $c_0 = 0$ .
  - a kódszó nulladik eleme  $c_0 = 14$ .
  - a kódszó első eleme  $c_1 = 14 + 2\vartheta + \vartheta^4 = 14$ .

- a kódszó első eleme  $c_1 = 14\vartheta^4 + 2\vartheta^3 + 1 = 12$ .
- a kódszó második eleme  $c_2 = 7$ .
- a kódszó második eleme  $c_2 = 6$ .
- a kódszó harmadik eleme  $c_3 = 14 + 2\vartheta^3 + \vartheta^{12} = 9$ .
- a kódszó harmadik eleme  $c_3 = 14\vartheta^{12} + 2\vartheta^9 + 1 = 0$ .
- a kódszó hetedik eleme  $c_7 = 0$ .
- a kódszó hetedik eleme  $c_7 = 9$ .

**szRS.v04**

- A  $GF(17)$  véges számtesten  $(8, 5)$  paraméterű Reed–Solomon kódot készítünk a  $\vartheta = 9$  generátorelemmel. A kódolandó üzenet a  $\mathbf{b} = (14\ 2\ 0\ 0\ 1)$ . Ekkor

- az üzenethez rendelt polinom  $b(t) = 14 + 2t + t^4$ .
- az üzenethez rendelt polinom  $b(t) = 14t^4 + 2t^3 + 1$ .
- a kódoláshoz szükséges a  $\vartheta$  szám első 8 hatványa. Ezek közül a  $\vartheta^2 = 4$ ,  $\vartheta^8 = 1$ .
- a kódoláshoz szükséges a  $\vartheta$  szám első 8 hatványa. Ezek közül a  $\vartheta^2 = 13$ ,  $\vartheta^8 = 16$ .
- a kódoláshoz szükséges a  $\vartheta$  szám első 8 hatványa. Ezek közül a  $\vartheta^5 = 15$ ,  $\vartheta^6 = 13$ .
- a kódoláshoz szükséges a  $\vartheta$  szám első 8 hatványa. Ezek közül a  $\vartheta^5 = 9$ ,  $\vartheta^6 = 4$ .
- a kód generátorpolinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $g(t) = (t - 15) \cdot (t - 4) \cdot (t - 9)$ .
- a kód generátorpolinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $g(t) = (t - 2) \cdot (t - 4) \cdot (t - 8)$ .
- a kód paritásellenőrző polinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $h(t) = (t - 16) \cdot (t - 2) \cdot (t - 13) \cdot (t - 8) \cdot (t - 1)$ .
- a kód paritásellenőrző polinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $h(t) = (t - 16) \cdot (t - 15) \cdot (t - 13) \cdot (t - 9) \cdot (t - 1)$ .
- a kód paritásellenőrző polinomja, mivel  $n - k = 8 - 5 = 3$ , a  $h(t) = (t - 16) \cdot (t - 15) \cdot (t - 14) \cdot (t - 13) \cdot (t - 12) \cdot (t - 11) \cdot (t - 10) \cdot (t - 9) \cdot (t - 8) \cdot (t - 7) \cdot (t - 6) \cdot (t - 5) \cdot (t - 4) \cdot (t - 3)$ .
- a kódszó nulladik eleme  $c_0 = 0$ .
- a kódszó nulladik eleme  $c_0 = 14$ .

- a kódszó első eleme  $c_1 = 14 + 2\vartheta + \vartheta^4 = 9$ .
- a kódszó első eleme  $c_1 = 14\vartheta^4 + 2\vartheta^3 + 1 = 0$ .
- a kódszó második eleme  $c_2 = 6$ .
- a kódszó második eleme  $c_2 = 7$ .
- a kódszó harmadik eleme  $c_3 = 14 + 2\vartheta^3 + \vartheta^{12} = 14$ .
- a kódszó harmadik eleme  $c_3 = 14\vartheta^{12} + 2\vartheta^9 + 1 = 12$ .
- a kódszó hetedik eleme  $c_7 = 12$ .
- a kódszó hetedik eleme  $c_7 = 14$ .

**szCRC.v01**

- A  $GF(7)$  véges számtesten  $n = 9$ -es ciklikus kódokat készítünk. A generátorpolinom  $g(t) = t^2 + 2t + 4$ , a kódolandó üzenet  $b(t) = 2t^6 + t^5 + 3t$ .
- A generátorpolinom osztója a  $t^9 + 6$  polinomnak.
- A generátorpolinom osztója a  $t^9 + 6$  polinomnak, a hányados a paritásellenőrző polinom.
- A generátorpolinom nem osztója a  $t^9 + 6$  polinomnak, mert a  $t^9 + 6$  polinom definíció szerint irreducibilis.
- A generátorpolinom osztója a  $t^9 + 1$  polinomnak.
- A paritásellenőrző polinom  $h(t) = t^7 + 5t^6 + t^4 + 5t^3 + t + 5$ .
- A paritásellenőrző polinom  $h(t) = t^7 + 2t^6 + 4t^5 + 3t^4 + 5t^3 + t^2 + 2t + 5$ .
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (4 \ 2 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)$ .
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (4 \ 2 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)$ , ez a generátormátrix első sora.
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (1 \ 2 \ 4)$ .
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (1 \ 2 \ 4 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)$ , ez a generátormátrix első sora.
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (4 \ 2 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)$ , ez a generátormátrix első oszlopa.
- A generátormátrix minden sora az azt megelőzőnek a ciklikus eltoltja.

- A generátormátrix minden sora az azt megelőzőnek a négyzete.
- A generátormátrix 7 sorból és 9 oszlopból áll.
- A generátormátrix 7 sorból és 9 oszlopból áll, mivel a generátorpolinom fokszáma  $n - k$ , a generátormátrix pedig  $k \times n$ -es.
- A generátormátrix 6 sorból és 9 oszlopból áll, mivel a kódolandó üzenet hatodfokú polinom.
- A generátormátrix 5 sorból és 9 oszlopból áll, mivel a generátorpolinom fokszáma  $n - k - 2$ , a generátormátrix pedig  $k \times n$ -es.
- Az üzenet vektoros alakban  $\mathbf{b} = (0\ 3\ 0\ 0\ 0\ 1\ 2)$ .
- Az üzenet vektoros alakban  $\mathbf{b} = (1\ 2\ 0\ 0\ 0\ 3\ 0)$ .
- Az üzenet vektoros alakban  $\mathbf{b} = (3\ 1\ 2)$ .
- A kapott kódszó  $\mathbf{c} = (0\ 5\ 6\ 3\ 0\ 4\ 3\ 5\ 2)$ .
- A kapott kódszópolinom  $c(t) = 5t + 6t^2 + 3t^3 + 4t^5 + 3t^6 + 5t^7 + 2t^8$ .
- A kapott kódszó  $\mathbf{c} = (0\ 4\ 2\ 1\ 0\ 0\ 1\ 4\ 2)$ .
- A kapott kódszó  $\mathbf{c} = (0\ 5\ 6\ 3\ 0\ 0\ 3\ 5\ 2)$ .
- Ha egy vett bitsorozat érvényes kódszó, akkor a hozzá rendelhető, nyolcadfokú polinom és a paritásellenőrző polinom szorzata  $t^9 + 6$ -tal osztva nem ad maradékot.
- Ha egy vett bitsorozat érvényes kódszó, akkor a hozzá rendelhető, nyolcadfokú polinom és a paritásellenőrző polinom szorzata  $t^9 + 6$ -tal osztva a generátorpolinomot adja maradékul.

### szCRC.v02

- A  $GF(7)$  véges számtesten  $n = 9$ -es ciklikus kódokat készítünk. A generátorpolinom  $g(t) = t^2 + 4t + 2$ , a kódolandó üzenet  $b(t) = 2t^5 + t^4 + 5$ .
- A generátorpolinom osztója a  $t^9 + 6$  polinomnak.
- A generátorpolinom osztója a  $t^9 + 6$  polinomnak, a hányados a paritásellenőrző polinom.
- A generátorpolinom nem osztója a  $t^9 + 6$  polinomnak, mert a  $t^9 + 6$  polinom definíció szerint irreducibilis.
- A generátorpolinom osztója a  $t^9 + 1$  polinomnak.
- A paritásellenőrző polinom  $h(t) = t^7 + 3t^6 + t^4 + 3t^3 + t + 3$ .

- A paritásellenőrző polinom  $h(t) = t^7 + 2t^6 + 4t^5 + 3t^4 + 5t^3 + t^2 + 2t + 5$ .
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (2\ 4\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0)$ .
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (2\ 4\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0)$ , ez a generátormátrix első sora.
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (1\ 4\ 2)$ .
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (1\ 4\ 2\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0)$ , ez a generátormátrix első sora.
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (2\ 4\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0)$ , ez a generátormátrix első oszlopa.
- A generátormátrix minden sora az azt megelőzőnek a ciklikus eltoltja.
- A generátormátrix minden sora az azt megelőzőnek a négyzete.
- A generátormátrix 7 sorból és 9 oszlopból áll.
- A generátormátrix 7 sorból és 9 oszlopból áll, mivel a generátorpolinom fokszáma  $n - k$ , a generátormátrix pedig  $k \times n$ -es.
- A generátormátrix 6 sorból és 9 oszlopból áll, mivel a kódolandó üzenet hatodfokú polinom.
- A generátormátrix 5 sorból és 9 oszlopból áll, mivel a generátorpolinom fokszáma  $n - k - 2$ , a generátormátrix pedig  $k \times n$ -es.
- Az üzenet vektoros alakban  $\mathbf{b} = (5\ 0\ 0\ 0\ 1\ 2\ 0)$ .
- Az üzenet vektoros alakban  $\mathbf{b} = (1\ 2\ 0\ 0\ 0\ 5)$ .
- Az üzenet vektoros alakban  $\mathbf{b} = (5\ 1\ 2)$ .
- A kapott kódszó  $\mathbf{c} = (3\ 6\ 5\ 0\ 2\ 1\ 2\ 2\ 0)$ .
- A kapott kódszópolinom  $c(t) = 3 + 6t + 5t^2 + 2t^4 + 1t^5 + 2t^6 + 2t^7$ .
- A kapott kódszó  $\mathbf{c} = (2\ 4\ 1\ 0\ 0\ 1\ 4\ 2\ 0)$ .
- A kapott kódszó  $\mathbf{c} = (0\ 2\ 4\ 1\ 0\ 2\ 1\ 2\ 2)$ .
- Ha egy vett bitsorozat érvényes kódszó, akkor a hozzá rendelhető, nyolcadfokú polinom és a paritásellenőrző polinom szorzata  $t^9 + 6$ -tal osztva nem ad maradékot.
- Ha egy vett bitsorozat érvényes kódszó, akkor a hozzá rendelhető, nyolcadfokú polinom és a paritásellenőrző polinom szorzata  $t^9 + 6$ -tal osztva a generátorpolinomot adja maradékul.

**szCRC.v03**

- A  $GF(5)$  véges számtesten  $n = 8$ -as ciklikus kódokat készítünk. A generátorpolinom  $g(t) = t^3 + 2t^2 + 4t + 3$ , a kódolandó üzenet  $b(t) = 2t^4 + 3$ .
- A generátorpolinom osztója a  $t^8 + 4$  polinomnak.
- A generátorpolinom osztója a  $t^8 + 4$  polinomnak, a hányados a paritásellenőrző polinom.
- A generátorpolinom nem osztója a  $t^8 + 4$  polinomnak, mert a  $t^8 + 4$  polinom definíció szerint irreducibilis.
- A generátorpolinom osztója a  $t^8 + 1$  polinomnak.
- A paritásellenőrző polinom  $h(t) = t^5 + 3t^4 + t + 3$ .
- A paritásellenőrző polinom  $h(t) = t^5 + 3t^4 + 5t^3 + t^2 + 2t + 5$ .
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (3\ 4\ 2\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0)$ .
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (3\ 4\ 2\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0)$ , ez a generátormátrix első sora.
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (1\ 2\ 4\ 3)$ .
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (1\ 2\ 4\ 3\ 0\ 0\ 0\ 0)$ , ez a generátormátrix első sora.
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (3\ 4\ 2\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0)$ , ez a generátormátrix első oszlopa.
- A generátormátrix minden sora az azt megelőzőnek a ciklikus eltoltja.
- A generátormátrix minden sora az azt megelőzőnek a négyzete.
- A generátormátrix 5 sorból és 8 oszlopból áll.
- A generátormátrix 5 sorból és 8 oszlopból áll, mivel a generátorpolinom fokszáma  $n - k$ , a generátormátrix pedig  $k \times n$ -es.
- A generátormátrix 4 sorból és 8 oszlopból áll, mivel a kódolandó üzenet negyedfokú polinom.
- A generátormátrix 4 sorból és 8 oszlopból áll, mivel a generátorpolinom fokszáma  $n - k - 2$ , a generátormátrix pedig  $k \times n$ -es.
- Az üzenet vektoros alakban  $\mathbf{b} = (3\ 0\ 0\ 0\ 2)$ .
- Az üzenet vektoros alakban  $\mathbf{b} = (2\ 0\ 0\ 0\ 3)$ .
- Az üzenet vektoros alakban  $\mathbf{b} = (2\ 3)$ .

- A kapott kódszó  $\mathbf{c} = (4\ 2\ 1\ 3\ 1\ 3\ 4\ 2)$ .
- A kapott kódszópolinom  $c(t) = 4 + 2t + 1t^2 + 3t^3 + 1t^4 + 3t^5 + 4t^6 + 2t^7$ .
- A kapott kódszó  $\mathbf{c} = (2\ 4\ 1\ 3\ 1\ 4\ 2\ 3)$ .
- A kapott kódszó  $\mathbf{c} = (0\ 2\ 4\ 1\ 0\ 2\ 1\ 2\ 2)$ .
- Ha egy vett bitsorozat érvényes kódszó, akkor a hozzá rendelhető, nyolcadfokú polinom és a paritásellenőrző polinom szorzata  $t^8 + 4$ -gyel osztva nem ad maradékot.
- Ha egy vett bitsorozat érvényes kódszó, akkor a hozzá rendelhető, nyolcadfokú polinom és a paritásellenőrző polinom szorzata  $t^8 + 4$ -gyel osztva a generátorpolinomot adja maradékul.

**szCRC.v04**

- A  $GF(5)$  véges számtesten  $n = 8$ -as ciklikus kódokat készítünk. A generátorpolinom  $g(t) = t^3 + 3t^2 + 4t + 2$ , a kódolandó üzenet  $b(t) = t^4 + 4$ .
- A generátorpolinom osztója a  $t^8 + 4$  polinomnak.
- A generátorpolinom osztója a  $t^8 + 4$  polinomnak, a hányados a paritásellenőrző polinom.
- A generátorpolinom nem osztója a  $t^8 + 4$  polinomnak, mert a  $t^8 + 4$  polinom definíció szerint irreducibilis.
- A generátorpolinom osztója a  $t^8 + 1$  polinomnak.
- A paritásellenőrző polinom  $h(t) = t^5 + 2t^4 + t + 2$ .
- A paritásellenőrző polinom  $h(t) = t^5 + 2t^4 + 5t^3 + t^2 + 2t + 5$ .
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (2\ 4\ 3\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0)$ .
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (2\ 4\ 3\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0)$ , ez a generátormátrix első sora.
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (1\ 3\ 4\ 2)$ .
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (1\ 3\ 4\ 2\ 0\ 0\ 0\ 0)$ , ez a generátormátrix első sora.
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (2\ 4\ 3\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0)$ , ez a generátormátrix első oszlopa.
- A generátormátrix minden sora az azt megelőzőnek a ciklikus eltoltja.
- A generátormátrix minden sora az azt megelőzőnek a négyzete.



- A generátormátrix 5 sorból és 8 oszlopból áll.
- A generátormátrix 5 sorból és 8 oszlopból áll, mivel a generátorpolinom fokszáma  $n - k$ , a generátormátrix pedig  $k \times n$ -es.
- A generátormátrix 4 sorból és 8 oszlopból áll, mivel a kódolandó üzenet negyedfokú polinom.
- A generátormátrix 4 sorból és 8 oszlopból áll, mivel a generátorpolinom fokszáma  $n - k - 2$ , a generátormátrix pedig  $k \times n$ -es.
- Az üzenet vektoros alakban  $\mathbf{b} = (4\ 0\ 0\ 0\ 1)$ .
- Az üzenet vektoros alakban  $\mathbf{b} = (1\ 0\ 0\ 0\ 4)$ .
- Az üzenet vektoros alakban  $\mathbf{b} = (1\ 4)$ .
- A kapott kódszó  $\mathbf{c} = (3\ 1\ 2\ 4\ 2\ 4\ 3\ 1)$ .
- A kapott kódszópolinom  $c(t) = 3 + 1t + 2t^2 + 4t^3 + 2t^4 + 4t^5 + 3t^6 + 1t^7$ .
- A kapott kódszó  $\mathbf{c} = (2\ 4\ 1\ 3\ 1\ 4\ 2\ 3)$ .
- A kapott kódszó  $\mathbf{c} = (0\ 2\ 4\ 1\ 0\ 2\ 1\ 2\ 2)$ .
- Ha egy vett bitsorozat érvényes kódszó, akkor a hozzá rendelhető, nyolcadfokú polinom és a paritásellenőrző polinom szorzata  $t^8 + 4$ -gyel osztva nem ad maradékot.
- Ha egy vett bitsorozat érvényes kódszó, akkor a hozzá rendelhető, nyolcadfokú polinom és a paritásellenőrző polinom szorzata  $t^8 + 4$ -gyel osztva a generátorpolinomot adja maradékul.

### szCRC.v05

- A  $GF(3)$  véges számtesten  $n = 9$ -es ciklikus kódokat készítünk. A generátorpolinom  $g(t) = t^2 + t + 1$ , a kódolandó üzenet  $b(t) = 2t^6 + t^5 + t$ .
- A generátorpolinom osztója a  $t^9 + 2$  polinomnak.
- A generátorpolinom osztója a  $t^9 + 2$  polinomnak, a hányados a paritásellenőrző polinom.
- A generátorpolinom nem osztója a  $t^9 + 2$  polinomnak, mert a  $t^9 + 2$  polinom definíció szerint irreducibilis.
- A generátorpolinom osztója a  $t^9 + 1$  polinomnak.
- A paritásellenőrző polinom  $h(t) = t^7 + 2t^6 + t^4 + 2t^3 + t + 2$ .
- A paritásellenőrző polinom  $h(t) = t^7 + 2t^6 + t^5 + t^4 + 2t^3 + t^2 + 2t + 1$ .

- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0)$ .
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0)$ , ez a generátormátrix első sora.
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (1\ 2\ 1)$ .
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1)$ , ez a generátormátrix első sora.
- A generátorpolinom vektoros alakban  $\mathbf{g} = (1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0)$ , ez a generátormátrix első oszlopa.
- A generátormátrix minden sora az azt megelőzőnek a ciklikus eltoltja.
- A generátormátrix minden sora az azt megelőzőnek a négyzete.
- A generátormátrix 7 sorból és 9 oszlopból áll.
- A generátormátrix 7 sorból és 9 oszlopból áll, mivel a generátorpolinom fokszáma  $n - k$ , a generátormátrix pedig  $k \times n$ -es.
- A generátormátrix 6 sorból és 9 oszlopból áll, mivel a kódolandó üzenet hatodfokú polinom.
- A generátormátrix 5 sorból és 9 oszlopból áll, mivel a generátorpolinom fokszáma  $n - k - 2$ , a generátormátrix pedig  $k \times n$ -es.
- Az üzenet vektoros alakban  $\mathbf{b} = (0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 2)$ .
- Az üzenet vektoros alakban  $\mathbf{b} = (2\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0)$ .
- Az üzenet vektoros alakban  $\mathbf{b} = (2\ 1\ 1)$ .
- A kapott kódszó  $\mathbf{c} = (0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 2\ 0)$ .
- A kapott kódszópolinom  $c(t) = t + t^2 + t^3 + t^4 + 2t^7$ .
- A kapott kódszó  $\mathbf{c} = (0\ 2\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0)$ .
- A kapott kódszó  $\mathbf{c} = (0\ 2\ 2\ 2\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1)$ .
- Ha egy vett bitsorozat érvényes kódszó, akkor a hozzá rendelhető, nyolcadfokú polinom és a paritásellenőrző polinom szorzata  $t^9 + 2$ -vel osztva nem ad maradékot.
- Ha egy vett bitsorozat érvényes kódszó, akkor a hozzá rendelhető, nyolcadfokú polinom és a paritásellenőrző polinom szorzata  $t^9 + 2$ -vel osztva a generátorpolinomot adja maradékul.

- A konvolúciós kódolók

- léptetőregisztereket tartalmaznak.
- numerikus konvolváló programokat alkalmaznak.
- ciklikusan permutálják az üzenet elemeit.
- nem blokk-kódok
- nemlineáris blokk-kódok.
- lineáris blokk-kódok.
- egy lépés során beolvasnak egy üzenetkeretet, majd abból, s a további tárolt üzenetkeretekből létrehoznak egy kódszókeretet. A lépés után a kódoló a legrégebben tárolt üzenetkeretet törli, a frissen beolvasottat pedig eltárolja.
- egy lépés során beolvasnak egy  $k$  hosszúságú üzenetkeretet, majd abból, s a további  $m$  darab tárolt üzenetkeretekből létrehoznak egy  $n$ -elemű kódszókeretet. A lépés után a kódoló a legrégebben tárolt üzenetkeretet törli, a frissen beolvasottat pedig eltárolja.
- egy lépés során beolvasnak egy üzenetkeretet, majd abból, s a további tárolt üzenetkeretek felhasználása nélkül létrehoznak egy kódszókeretet. A lépés után a kódoló a legrégebben tárolt üzenetkeretet törli, a frissen beolvasottat pedig eltárolja.
- egy lépés során beolvasnak egy  $k$  hosszúságú kódszókeretet, majd abból, s a további  $m$  darab tárolt üzenetkeretekből létrehoznak egy  $n$ -elemű üzenetkeretet. A lépés után a kódoló a legrégebben tárolt kódszókeretet törli, a frissen beolvasottat pedig eltárolja.
- egy lépés során beolvasnak egy  $k$  hosszúságú üzenetkeretet, majd a kódoló a legrégebben tárolt kódszókeretet a kimenetre adja, a frissen beolvasottat pedig eltárolja.
- dekódolhatók Viterbi-algoritmussal.
- dekódolására a Viterbi-algoritmus szolgál.
- dekódolhatók Hartley-algoritmussal.
- nem dekódolhatók, csak hibajelzésre alkalmas.
- dekódolására a legrövidebb lépések módszere szolgál.
- jellemezhetők állapotátmeneti gráfjukkal.
- jellemezhetők állapotátmeneti gráfjukkal és trellisükkel.
- jellemezhetők generátormátrixukkal.

- leírhatók csatornagráfjukkal.
- nem jellemezhetők pusztán az állapotátmeneti gráfjukkal, csak ha a trellist is megadjuk mellé.
- trellisén a kódolás lépéseit úgy kell elvégezni, hogy a kiindulási állapotból kiindulva azt az állapotátmenetet jellemző nyilat követjük, amelyiknek a bemeneti bitkombinációja megegyezik a soron következő, kódolandó bitkombinációval. A nyíl kimeneti felirata megadja a kimeneti bitkombinációt, a végpontja pedig a következő kiindulási állapotot.
- trellisén kódoláskor azt az útvonalat követjük, melynek bemeneti bitsorozata megegyezik a kódolandó bitsorozattal. A kódoló kimenete is leolvasható a nevezett útvonalról.
- trellisén a kódolás lépéseit úgy kell elvégezni, hogy a kiindulási állapotból kiindulva azt az állapotátmenetet jellemző nyilat követjük, amelyiknek a bemeneti bitkombinációja ellentétes a soron következő, kódolandó bitkombinációval. A nyíl kimeneti felirata megadja a kimeneti bitkombinációt, a végpontja pedig a következő kiindulási állapotot.
- trellisén a kódolás lépéseit úgy kell elvégezni, hogy a kiindulási állapotból kiindulva azt az állapotátmenetet jellemző nyilat követjük, amelyiknek a bemeneti bitkombinációja megegyezik a soron következő, kódolandó bitkombinációval. A nyíl kimeneti felirata megadja a kimeneti bitkombinációs hibaszámot.
- trellisén kódoláskor azt az útvonalat követjük, melynek bemeneti bitsorozata megegyezik a kódolandó bitsorozattal. Az állapotátmeneti gráf nem alkalmas a kódolás elvégzésére.

### csat.v01

- Egy analóg csatorna

- torzításmentes, ha a rábocsátott jelen legfeljebb csak amplitúdóbeli szorzást és/vagy időbeli eltolást hajt végre.
- torzításmentes, ha a rábocsátott jelen legfeljebb csak amplitúdóbeli szorzást és/vagy időbeli deriválást hajt végre.
- torzításmentes, ha a rábocsátott jelen legfeljebb csak amplitúdóbeli hatványozást és/vagy időbeli eltolást hajt végre.
- torzításmentes, ha a rábocsátott jelen legfeljebb csak amplitúdóbeli szorzást és/vagy frekvenciatérbeli eltolást hajt végre.
- bemenetére  $x(t)$  időfüggvényt kapcsolva a kimeneten  $y(t) = \sum_i a_i \cdot x(t + \Delta t_i)$  jel jelenik meg. A csatorna ekkor visszhangos.
- bemenetére  $x(t)$  időfüggvényt kapcsolva a kimeneten  $y(t) = \sum_i a_i \cdot x(t + \Delta t_i)$  jel jelenik meg. A csatorna ekkor nemlineárisan torzít.
- bemenetére  $x(t)$  időfüggvényt kapcsolva a kimeneten  $y(t) = \sum_i a_i \cdot x(t + \Delta t_i)$  jel jelenik meg. A csatorna ekkor zavaros.

- bemenetére  $x(t)$  időfüggvényt kapcsolva a kimeneten  $y(t) = \sum_i a_i \cdot (x(t))^i$  jel jelenik meg. A csatorna ekkor nemlineáris átvitelrel rendelkezik.
- bemenetére  $x(t)$  időfüggvényt kapcsolva a kimeneten  $y(t) = \sum_i a_i \cdot (x(t))^i$  jel jelenik meg. A csatornán ekkor egy szinuszos jelnek felharmonikusai keletkeznek.
- bemenetére  $x(t)$  időfüggvényt kapcsolva a kimeneten  $y(t) = \sum_i a_i \cdot (x(t))^i$  jel jelenik meg. A csatornán ekkor intermoduláció jön létre.
- bemenetére  $x(t)$  időfüggvényt kapcsolva a kimeneten  $y(t) = \sum_i a_i \cdot (x(t))^i$  jel jelenik meg. A csatornán ekkor egy szinuszos jelnek a fázisa ellentétesre vált.
- megfelelő modulációval digitális csatornaként is használható.
- nem alakítható át digitális csatornává, csak a digitális csatorna analóggá.
- nem jellemezhető csatornagráffal, mert nem diszkrét szimbólumokat visz át.
- jól jellemezhető csatornagrájával.

### Dcsat.v01

- A memóriamentes digitális csatornák

- jól jellemezhető a bemeneti és kimeneti szimbólumkészletükkel és a csatornamátrixukkal.
- jól jellemezhető a csatornagrájjukkal vagy a bemeneti, illetve kimeneti szimbólumkészletükkel és a csatornamátrixukkal.
- jól jellemezhető a csatornamátrixukkal, ha megadjuk a bemeneti és kimeneti szimbólumkészletüket is.
- jól jellemezhető a csatornagrájjukkal, amely tartalmazza a bemeneti és kimeneti szimbólumkészletüket is.
- jól jellemezhető a bemeneti és kimeneti szimbólumkészletükkel, és a bemeneti és kimeneti szimbólumok közötti átmeneti valószínűségekkel.
- jól jellemezhető pusztán a csatornamátrixukkal is.
- jól jellemezhető a csatornagrájjukkal, de csak akkor, ha külön megadjuk a bemeneti és kimeneti szimbólumkészletüket is, mert azokat a csatornagráf nem tartalmazza.
- jól jellemezhető a csatornavektorukkal, amely tartalmazza a bemeneti és kimeneti szimbólumkészletüket is.
- jól jellemezhető a csatornagrájjukkal, amely tartalmazza a rajta átvihető kódszavakat is.
- csatornamátrixa tartalmazza az összes lehetséges  $p(X_i|C_j)$  feltételes valószínűséget, ahol  $X_i$  a kimeneti,  $C_j$  pedig a bemeneti szimbólumkészlet egy-egy eleme.

- csatornagráfja egy olyan gráf, melynek a kiindulási csomópontjai a lehetséges  $C_j$  bemeneti szimbólumai a csatornának, nyelő csomópontjai a lehetséges  $X_i$  kimeneti szimbólumok, az átmeneteket pedig a  $p(X_i|C_j)$  feltételes valószínűségek jellemzik.
- csatornamátrixa tartalmazza az összes lehetséges  $p(X_i)$  és  $p(C_j)$  valószínűséget, ahol  $X_i$  a kimeneti,  $C_j$  pedig a bemeneti szimbólumkészlet egy-egy eleme.
- csatornamátrixa tartalmazza az összes lehetséges  $p(X_i|C_j)$  feltételes valószínűséget, ahol  $X_i$  a kimeneti,  $C_j$  pedig a bemeneti frekvenciák halmazának egy-egy eleme.
- csatornagráfja egy olyan gráf, melynek a kiindulási csomópontjai a lehetséges  $C_j$  bemeneti szimbólumai a csatornának, nyelő csomópontjai a lehetséges  $X_i$  kimeneti szimbólumok, az átmeneteket pedig a  $p(X_i \cdot C_j)$  együttes előfordulási valószínűségek jellemzik.
- vesztesége leírható a  $H(C|X)$  feltételes entrópiával:  $C$  a bemeneti,  $X$  a kimeneti szimbólumhalmaz.
- vesztesége leírható a  $H(C|X)$  feltételes entrópiával, ahol  $C$  a bemeneti,  $X$  a kimeneti szimbólumhalmaz, a veszteségre pedig mindig igaz, hogy  $H(C|X) \leq H(C)$ , ahol  $H(C)$  a csatornára adott információ.
- vesztesége leírható a  $H(C \cdot X)$  együttes entrópiával:  $C$  a bemeneti,  $X$  a kimeneti szimbólumhalmaz.
- vesztesége leírható a  $H(C|X)$  feltételes entrópiával, ahol  $C$  a bemeneti,  $X$  a kimeneti szimbólumhalmaz, a veszteségre pedig mindig igaz, hogy  $H(C|X) \geq H(C)$ , ahol  $H(C)$  a csatornára adott információ.
- vesztesége leírható a  $H(C|X)$  feltételes entrópiával, ahol  $C$  a bemeneti,  $X$  a kimeneti szimbólumhalmaz, a veszteségre pedig mindig igaz, hogy  $H(C|X) \leq H(X)$ , ahol  $H(X)$  a csatornáról levett információ.
- akkor valóban memóriamentesek, ha az egyes szimbólumok csatornán történő átbo-csátásai egymástól független események.
- akkor valóban memóriamentesek, ha az egyes bemeneti-kimeneti szimbólumok közötti átmeneti valószínűségek időben állandók.
- akkor valóban memóriamentesek, ha nem emlékeznek a korábbi beállításaikra, minden használat előtt újra kell őket konfigurálni.
- akkor valóban memóriamentesek, ha nem emlékeznek a korábbi szimbólumátvitel-ikre. Ezért nem is alkalmasak blokk-kódok átvitelére, csak külön szimbólumokéra.
- csatornakapacitása  $\mathcal{C} = H(C) - H(C|X)$ , ahol  $C$  a bemeneti,  $X$  a kimeneti szim-bólumokból álló halmaz.
- csatornakapacitása a ráadott entrópiának és a veszteségnek a különbsége.
- csatornakapacitása  $\mathcal{C} = H(C) - H(C|X)$  ( $C$  a bemeneti,  $X$  a kimeneti szimbólu-mokból álló halmaz) lehet negatív szám is.

- Az analóg, illetve a digitális csatornákra vonatkozóan a következőket állíthatjuk:

- Az analóg csatornákat lehet jellemezni az átviteli karakterisztikájukkal.
- Az analóg csatornákat lehet jellemezni az átviteli függvényükkel.
- Az analóg csatornákat lehet jellemezni az átviteli mátrixukkal és a bemeneti és kimeneti jelkészletükkel.
- Az analóg csatornákat lehet jellemezni az átviteli karaktereikkel.
- Az analóg csatornákat lehet jellemezni a csatornagráfjukkal.
- A digitális csatornákat lehet jellemezni az átviteli karakterisztikájukkal.
- A digitális csatornákat lehet jellemezni az átviteli függvényükkel.
- A digitális csatornákat lehet jellemezni a csatornamátrixukkal és a bemeneti és kimeneti szimbólumkészletükkel.
- A digitális csatornákat lehet jellemezni az átviteli karaktereikkel.
- A digitális csatornákat lehet jellemezni a csatornagráfjukkal.
- Az analóg csatornák jel-zaj viszonya  $SNR = 10 \lg \frac{P_{jel}}{P_{zaj}}$ , ahol  $P_{jel}$  és  $P_{zaj}$  a jel, illetve a zaj átlagos teljesítményét jelöli.
- Az analóg csatornák jel-zaj viszonya  $SNR = 10 \lg \frac{P_{jel}}{P_{zaj}}$ , ahol  $P_{jel}$  és  $P_{zaj}$  a jel, illetve a zaj átlagos teljesítményét jelöli. Ha a zaj szintje kisebb, mint a hasznos jelé, az  $SNR$  nem lehet negatív szám.
- Az analóg csatornák jel-zaj viszonya  $SNR = 10 \exp\left(\frac{P_{jel}}{P_{zaj}}\right)$ , ahol  $P_{jel}$  és  $P_{zaj}$  a jel, illetve a zaj átlagos teljesítményét jelöli.
- Az analóg csatornák jel-zaj viszonya  $SNR = 10 \lg P_{jel} \cdot P_{zaj}$ , ahol  $P_{jel}$  és  $P_{zaj}$  a jel, illetve a zaj átlagos teljesítményét jelöli.
- Az analóg csatornák jel-zaj viszonya  $SNR = 10 \lg \frac{P_{jel}}{P_{zaj}}$ , ahol  $P_{jel}$  és  $P_{zaj}$  a jel, illetve a zaj átlagos teljesítményét jelöli. A jel-zaj viszony nem lehet egynél kisebb szám.
- A digitális csatornák vesztesége az az entrópia, amelyet elveszítünk a vett szimbólumok ismeretében a leadott szimbólumokról, azaz  $H(C|X)$ , ahol  $C$  a bemeneti,  $X$  a kimeneti szimbólumkészlet.
- A digitális csatornák vesztesége az a  $H(C|X)$  feltételes entrópia, ahol  $C$  a bemeneti,  $X$  a kimeneti szimbólumkészletet jelöli.
- A digitális csatornák vesztesége megegyezik az analóg megfelelőjüknek a jel-zaj viszonyával.
- A digitális csatornák vesztesége az az entrópia, amelyet elveszítünk leadott szimbólumok ismeretében a vett szimbólumokról, azaz  $H(X|C)$ , ahol  $C$  a bemeneti,  $X$  a kimeneti szimbólumkészlet, a  $H(X|C)$  pedig kiszámolható a csatornamátrixból.

- A digitális csatornák vesztesége az a  $H(C|X)$  feltételes entrópia, ahol  $C$  a bemeneti,  $X$  a kimeneti szimbólumkészletet jelöli. A veszteség mindig legalább akkora, mint a csatornára adott információ átlaga, azaz  $H(C)$ .
- Ha az analóg csatorna bementére adott  $x(t)$  függvény a kimenetre  $y(t) = \sum_i a_i (x(t))^i$  alakúra módosul, akkor a csatornán megjelennek a bemeneti jel felharmónikusai is.
- Ha az analóg csatorna bementére adott  $x(t)$  függvény a kimenetre  $y(t) = \sum_i a_i (x(t))^i$  alakúra módosul,  $a_2 \neq 0$ , és a bemeneti jel két szinuszos jel összege  $\omega_1$  és  $\omega_2$  körfrekvenciákkal, akkor a két bemeneti komponens *intermodulációjának* köszönhetően a kimeneten megjelenik egy  $\omega_1 + \omega_2$  körfrekvenciájú szinuszos összetevő is.
- Ha az analóg csatorna bementére adott  $x(t)$  függvény a kimenetre  $y(t) = \sum_i a_i (x(t))^i$  alakúra módosul,  $a_3 \neq 0$ , és a bemeneti jel két szinuszos jel összege  $\omega_1$  és  $\omega_2$  körfrekvenciákkal, akkor a kimeneten megjelenik egy  $2\omega_1 - \omega_2$  körfrekvenciájú szinuszos összetevő is.
- Ha az analóg csatorna bementére adott  $x(t)$  függvény a kimenetre  $y(t) = \sum_i a_i (x(t))^i$  alakúra módosul,  $a_2 \neq 0$ , és a bemeneti jel két szinuszos jel összege  $\omega_1$  és  $\omega_2$  körfrekvenciákkal, akkor a két bemeneti komponens *felharmonizációjának* köszönhetően a kimeneten megjelenik egy  $\omega_1 + \omega_2$  körfrekvenciájú szinuszos összetevő is.
- Ha az analóg csatorna bementére adott  $x(t)$  függvény a kimenetre  $y(t) = \sum_i a_i (x(t))^i$  alakúra módosul,  $a_3 \neq 0$ , és a bemeneti jel két szinuszos jel összege  $\omega_1$  és  $\omega_2$  körfrekvenciákkal, akkor a kimeneten mindenképpen megjelenik egy  $2\omega_1 - 3\omega_2$  körfrekvenciájú szinuszos összetevő is.
- Ha az analóg csatorna bementére adott  $x(t)$  függvény a kimenetre  $y(t) = \sum_i a_i (x(t))^i$  alakúra módosul, akkor a csatornán megjelennek a bemeneti jel visszhangjai is.

### szNBHam.v01

- Egy  $GF(7)$  számtest feletti Hamming-kód paritásellenőrző mátrixa  $\mathbf{H}^T = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 1 & 1 \\ 1 & 5 \\ 1 & 6 \\ 1 & 3 \\ 1 & 2 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ .

Ekkor

- a kód paraméterei  $n = 8, k = 6$ .
- a kód 6-elemű üzeneteket 8-elemű kódszavakba transzformál.
- a kód paraméterei  $n = 8, k = 2$ .
- a kód 2-elemű üzeneteket 6-elemű kódszavakba transzformál.



a generátormátrix  $\mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 & 6 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 6 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 6 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 6 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 6 & 5 \end{pmatrix}$ .

a generátormátrix  $\mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 & 6 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 6 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 6 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 6 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 6 & 2 \end{pmatrix}$ , mivel a kód szisztematikus.

a generátormátrix  $\mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}$ .

a generátormátrix  $\mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 6 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 6 & 6 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 6 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 6 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 6 & 4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 6 & 5 \end{pmatrix}$ , mivel szisztematikus a kód.

a  $\mathbf{b}_1 = (0\ 2\ 0\ 4\ 5\ 0)$  üzenetből a  $\mathbf{c}_1 = (0\ 2\ 0\ 4\ 5\ 0\ 3\ 1)$  kódszót generálja a kód.

a  $\mathbf{b}_1 = (0\ 2\ 0\ 4\ 5\ 0)$  üzenetből a  $\mathbf{c}_1 = (4\ 4\ 4\ 4\ 4\ 4\ 3\ 1)$  kódszót generálja a kód.

a  $\mathbf{b}_1 = (0\ 2\ 0\ 4\ 5\ 0)$  üzenetből a  $\mathbf{c}_1 = (0\ 2\ 0\ 4\ 5\ 0\ 4\ 1)$  kódszót generálja a kód.

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 0\ 6\ 0\ 5\ 6\ 2)$  vett vektor szindrómája  $\mathbf{s}_2 = (4\ 3)$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 0\ 6\ 0\ 5\ 6\ 2)$  vett vektor szindrómája  $\mathbf{s}_2 = (5\ 3)$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 0\ 6\ 0\ 5\ 6\ 2)$  vett vektor szindrómája  $\mathbf{s}_2 = (6\ 2)$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 0\ 6\ 0\ 5\ 6\ 2)$  vett vektor hibájának a nagysága  $\Delta c_2 = 4$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 0\ 6\ 0\ 5\ 6\ 2)$  vett vektor hibájának a nagysága  $\Delta c_2 = 3$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 0\ 6\ 0\ 5\ 6\ 2)$  vett vektor hibájának a nagysága  $\Delta c_2 = 5$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 0\ 6\ 0\ 5\ 6\ 2)$  vett vektor hibájának a helyét az  $\mathbf{s}_2 \cdot \Delta c_2^{-1} = (1\ 5)$  vektor  $\mathbf{H}^T$ -beli pozíciója adja meg.

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 0\ 6\ 0\ 5\ 6\ 2)$  vett vektor hibájának a helyét az  $\mathbf{s}_2 \cdot \Delta c_2 = (2\ 6) = (1\ 3)$  vektor  $\mathbf{H}^T$ -beli pozíciója adja meg.

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 0\ 6\ 0\ 5\ 6\ 2)$  vett vektor hibájának a helyét az  $\mathbf{s}_2 \cdot \Delta c_2^{-1} = (1\ 2)$  vektor  $\mathbf{H}^T$ -beli pozíciója adja meg.

- a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 0\ 6\ 0\ 5\ 6\ 2)$  vett vektor hibanagyságának reciproka  $\Delta_{\mathbf{c}_2}^{-1} = 2$ .
- a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 0\ 6\ 0\ 5\ 6\ 2)$  vett vektor hibanagyságának reciproka  $\Delta_{\mathbf{c}_2}^{-1} = 4$ .
- a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 0\ 6\ 0\ 5\ 6\ 2)$  vett vektor hibanagyságának reciproka  $\Delta_{\mathbf{c}_2}^{-1} = 5$ .
- a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 0\ 6\ 0\ 5\ 6\ 2)$  vett vektort a  $\mathbf{c}_2 = (1\ 0\ 3\ 6\ 0\ 5\ 6\ 2)$  kódszóra javítja a kód dekódoló algoritmus.
- a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 0\ 6\ 0\ 5\ 6\ 2)$  vett vektort a  $\mathbf{b}_2 = (1\ 0\ 3\ 6\ 0\ 5)$  üzenetté dekódolja a kód hibajavító és dekódoló algoritmus.
- a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 3\ 6\ 0\ 5\ 6\ 2)$  vett vektort a  $\mathbf{c}_2 = (1\ 0\ 0\ 6\ 0\ 5)$  üzenetté dekódolja a kód hibajavító és dekódoló algoritmus.

**szNBHam.v02**

- Egy  $GF(7)$  számtest feletti Hamming-kód paritásellenőrző mátrixa  $\mathbf{H}^T = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 4 \\ 1 & 1 \\ 1 & 5 \\ 1 & 6 \\ 1 & 3 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ .

Ekkor

- a kód paraméterei  $n = 8, k = 6$ .
- a kód 6-elemű üzeneteket 8-elemű kódszavakba transzformál.
- a kód paraméterei  $n = 8, k = 2$ .
- a kód 2-elemű üzeneteket 6-elemű kódszavakba transzformál.

- a generátormátrix  $\mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 6 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 6 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 6 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 6 & 4 \end{pmatrix}$ .

- a generátormátrix  $\mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 6 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 6 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 6 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 6 & 4 \end{pmatrix}$ , mivel a kód szisztematikus.

- a generátormátrix  $\mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 4 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 3 \end{pmatrix}$ .

a generátormátrix  $\mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 6 & 5 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 6 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 6 & 6 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 6 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 6 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 6 & 4 \end{pmatrix}$ , mivel szisztematikus a kód.

a  $\mathbf{b}_1 = (2\ 3\ 0\ 0\ 5\ 0)$  üzenetből a  $\mathbf{c}_1 = (2\ 3\ 0\ 0\ 5\ 0\ 4\ 3)$  kódszót generálja a kód.

a  $\mathbf{b}_1 = (2\ 3\ 0\ 0\ 5\ 0)$  üzenetből a  $\mathbf{c}_1 = (3\ 3\ 3\ 3\ 3\ 3\ 4\ 3)$  kódszót generálja a kód.

a  $\mathbf{b}_1 = (2\ 3\ 0\ 0\ 5\ 0)$  üzenetből a  $\mathbf{c}_1 = (2\ 3\ 0\ 0\ 5\ 0\ 3\ 3)$  kódszót generálja a kód.

a  $\mathbf{v}_2 = (6\ 0\ 0\ 0\ 4\ 5\ 2\ 3)$  vett vektor szindrómája  $\mathbf{s}_2 = (3\ 5)$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (6\ 0\ 0\ 0\ 4\ 5\ 2\ 3)$  vett vektor szindrómája  $\mathbf{s}_2 = (4\ 5)$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (6\ 0\ 0\ 0\ 4\ 5\ 2\ 3)$  vett vektor szindrómája  $\mathbf{s}_2 = (2\ 1)$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (6\ 0\ 0\ 0\ 4\ 5\ 2\ 3)$  vett vektor hibájának a nagysága  $\Delta_{c_2} = 3$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (6\ 0\ 0\ 0\ 4\ 5\ 2\ 3)$  vett vektor hibájának a nagysága  $\Delta_{c_2} = 4$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (6\ 0\ 0\ 0\ 4\ 5\ 2\ 3)$  vett vektor hibájának a nagysága  $\Delta_{c_2} = 5$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (6\ 0\ 0\ 0\ 4\ 5\ 2\ 3)$  vett vektor hibájának a helyét az  $\mathbf{s}_2 \cdot \Delta_{c_2}^{-1} = (1\ 4)$  vektor  $\mathbf{H}^T$ -beli pozíciója adja meg.

a  $\mathbf{v}_2 = (6\ 0\ 0\ 0\ 4\ 5\ 2\ 3)$  vett vektor hibájának a helyét az  $\mathbf{s}_2 \cdot \Delta_{c_2} = (2\ 1)$  vektor  $\mathbf{H}^T$ -beli pozíciója adja meg.

a  $\mathbf{v}_2 = (6\ 0\ 0\ 0\ 4\ 5\ 2\ 3)$  vett vektor hibájának a helyét az  $\mathbf{s}_2 \cdot \Delta_{c_2}^{-1} = (1\ 3)$  vektor  $\mathbf{H}^T$ -beli pozíciója adja meg.

a  $\mathbf{v}_2 = (6\ 0\ 0\ 0\ 4\ 5\ 2\ 3)$  vett vektor hibánagyságának reciproka  $\Delta_{c_2}^{-1} = 5$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (6\ 0\ 0\ 0\ 4\ 5\ 2\ 3)$  vett vektor hibánagyságának reciproka  $\Delta_{c_2}^{-1} = 3$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (6\ 0\ 0\ 0\ 4\ 5\ 2\ 3)$  vett vektor hibánagyságának reciproka  $\Delta_{c_2}^{-1} = 2$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (6\ 0\ 0\ 0\ 4\ 5\ 2\ 3)$  vett vektort a  $\mathbf{c}_2 = (6\ 4\ 0\ 0\ 4\ 5\ 2\ 3)$  kódszóvá javítja a kód dekódoló algoritmus.

a  $\mathbf{v}_2 = (6\ 0\ 0\ 0\ 4\ 5\ 2\ 3)$  vett vektort a  $\mathbf{b}_2 = (6\ 4\ 0\ 0\ 4\ 5)$  üzenetté dekódolja a kód hibajavító és dekódoló algoritmus.

a  $\mathbf{v}_2 = (6\ 0\ 0\ 0\ 4\ 5\ 2\ 3)$  vett vektort a  $\mathbf{c}_2 = (6\ 0\ 0\ 0\ 4\ 5)$  üzenetté dekódolja a kód hibajavító és dekódoló algoritmus.

- Egy  $GF(5)$  számtest feletti Hamming-kód paritásellenőrző mátrixa  $\mathbf{H}^T = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 4 \\ 1 & 1 \\ 1 & 3 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ .
- Ekkor

a kód paraméterei  $n = 6$ ,  $k = 4$ .

a kód 4-elemű üzeneteket 6-elemű kódszavakba transzformál.

a kód paraméterei  $n = 6$ ,  $k = 2$ .

a kód 2-elemű üzeneteket 6-elemű kódszavakba transzformál.

a generátormátrix  $\mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 4 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 4 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 2 \end{pmatrix}$ .

a generátormátrix  $\mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 4 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 4 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 2 \end{pmatrix}$ , mivel a kód szisztematikus.

a generátormátrix  $\mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 4 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 3 \end{pmatrix}$ .

a generátormátrix  $\mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 4 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 4 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 4 & 4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 4 & 2 \end{pmatrix}$ , mivel szisztematikus a kód.

a  $\mathbf{b}_1 = (2 \ 0 \ 4 \ 0)$  üzenetből a  $\mathbf{c}_1 = (2 \ 0 \ 4 \ 0 \ 4 \ 2)$  kódszót generálja a kód.

a  $\mathbf{b}_1 = (2 \ 0 \ 4 \ 0)$  üzenetből a  $\mathbf{c}_1 = (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 4 \ 2)$  kódszót generálja a kód.

a  $\mathbf{b}_1 = (2 \ 0 \ 4 \ 0)$  üzenetből a  $\mathbf{c}_1 = (2 \ 0 \ 4 \ 0 \ 1 \ 2)$  kódszót generálja a kód.

a  $\mathbf{v}_2 = (0 \ 3 \ 4 \ 0 \ 2 \ 2)$  vett vektor szindrómája  $\mathbf{s}_2 = (4 \ 3)$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (0 \ 3 \ 4 \ 0 \ 2 \ 2)$  vett vektor szindrómája  $\mathbf{s}_2 = (1 \ 3)$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (0 \ 3 \ 4 \ 0 \ 2 \ 2)$  vett vektor szindrómája  $\mathbf{s}_2 = (2 \ 2)$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (0 \ 3 \ 4 \ 0 \ 2 \ 2)$  vett vektor hibájának a nagysága  $\Delta_{c_2} = 4$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (0 \ 3 \ 4 \ 0 \ 2 \ 2)$  vett vektor hibájának a nagysága  $\Delta_{c_2} = 3$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (0 \ 3 \ 4 \ 0 \ 2 \ 2)$  vett vektor hibájának a nagysága  $\Delta_{c_2} = 2$ .

- a  $\mathbf{v}_2 = (0\ 3\ 4\ 0\ 2\ 2)$  vett vektor hibájának a helyét az  $\mathbf{s}_2 \cdot \Delta c_2^{-1} = (1\ 2)$  vektor  $\mathbf{H}^T$ -beli pozíciója adja meg.
- a  $\mathbf{v}_2 = (0\ 3\ 4\ 0\ 2\ 2)$  vett vektor hibájának a helyét az  $\mathbf{s}_2 \cdot \Delta c_2 = (2\ 1)$  vektor  $\mathbf{H}^T$ -beli pozíciója adja meg.
- a  $\mathbf{v}_2 = (0\ 3\ 4\ 0\ 2\ 2)$  vett vektor hibájának a helyét az  $\mathbf{s}_2 \cdot \Delta c_2^{-1} = (1\ 3)$  vektor  $\mathbf{H}^T$ -beli pozíciója adja meg.
- a  $\mathbf{v}_2 = (0\ 3\ 4\ 0\ 2\ 2)$  vett vektor hibanagyságának reciproka  $\Delta c_2^{-1} = 4$ .
- a  $\mathbf{v}_2 = (0\ 3\ 4\ 0\ 2\ 2)$  vett vektor hibanagyságának reciproka  $\Delta c_2^{-1} = 3$ .
- a  $\mathbf{v}_2 = (0\ 3\ 4\ 0\ 2\ 2)$  vett vektor hibanagyságának reciproka  $\Delta c_2^{-1} = 2$ .
- a  $\mathbf{v}_2 = (0\ 3\ 4\ 0\ 2\ 2)$  vett vektort a  $\mathbf{c}_2 = (1\ 3\ 4\ 0\ 2\ 2)$  kódszóra javítja a kód dekódoló algoritmus.
- a  $\mathbf{v}_2 = (0\ 3\ 4\ 0\ 2\ 2)$  vett vektort a  $\mathbf{b}_2 = (1\ 3\ 4\ 0)$  üzenetté dekódolja a kód hibajavító és dekódoló algoritmus.
- a  $\mathbf{v}_2 = (0\ 3\ 4\ 0\ 2\ 2)$  vett vektort a  $\mathbf{c}_2 = (0\ 3\ 4\ 0)$  üzenetté dekódolja a kód hibajavító és dekódoló algoritmus.

**szBHam.v01**

- Egy  $GF(2)$  számtest feletti Hamming-kód paritásellenőrző mátrixa  $\mathbf{H}^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ .

Ekkor

- a kód paraméterei  $n = 7$ ,  $k = 4$ .
- a kód 4-elemű üzeneteket 7-elemű kódszavakba transzformál.
- a kód paraméterei  $n = 7$ ,  $k = 3$ .
- a kód 3-elemű üzeneteket 7-elemű kódszavakba transzformál.

a generátormátrix  $\mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ .

a generátormátrix  $\mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ , mivel a kód szisztematikus.

a generátormátrix  $\mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ .

a generátormátrix  $\mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ , mivel szisztematikus a kód.

a  $\mathbf{b}_1 = (1\ 0\ 1\ 0)$  üzenetből a  $\mathbf{c}_1 = (1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1)$  kódszót generálja a kód.

a  $\mathbf{b}_1 = (1\ 0\ 1\ 0)$  üzenetből a  $\mathbf{c}_1 = (0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1)$  kódszót generálja a kód.

a  $\mathbf{b}_1 = (1\ 0\ 1\ 0)$  üzenetből a  $\mathbf{c}_1 = (1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 1)$  kódszót generálja a kód.

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)$  vett vektor szindrómája  $\mathbf{s}_2 = (1\ 0\ 1)$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)$  vett vektor szindrómája  $\mathbf{s}_2 = (1\ 1\ 1)$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)$  vett vektor szindrómája  $\mathbf{s}_2 = (1\ 1)$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)$  vett vektor hibájának a nagysága  $\Delta c_2 = 1$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)$  vett vektor hibájának a nagysága  $\Delta c_2 = 2$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)$  vett vektor hibájának a nagysága  $\Delta c_2 = 3$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)$  vett vektor hibájának a helyét az  $\mathbf{s}_2 = (1\ 0\ 1)$  vektor  $\mathbf{H}^T$ -beli pozíciója adja meg.

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)$  vett vektor hibájának a helyét az  $\mathbf{s}_2 \cdot \Delta c_2 = (3\ 0\ 3)$  vektor  $\mathbf{H}^T$ -beli pozíciója adja meg.

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)$  vett vektor hibájának a helyét az  $\mathbf{s}_2 = (1\ 1\ 1)$  vektor  $\mathbf{H}^T$ -beli pozíciója adja meg.

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)$  vett vektor Hamming-távolsága a  $\mathbf{c} = (1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1)$  vektortól  $d(\mathbf{v}_2, \mathbf{c}) = 3$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)$  vett vektor Hamming-távolsága a  $\mathbf{c} = (1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1)$  vektortól  $d(\mathbf{v}_2, \mathbf{c}) = (3, 4, 5)$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)$  vett vektor Hamming-távolsága a  $\mathbf{c} = (1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1)$  vektortól  $d(\mathbf{v}_2, \mathbf{c}) = 7$ .

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)$  vett vektort a  $\mathbf{c}_2 = (1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)$  kódszóvá javítja a kód dekódoló algoritmus.

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)$  vett vektort a  $\mathbf{b}_2 = (1\ 1\ 1\ 1)$  üzenetté dekódolja a kód hibajavító és dekódoló algoritmus.

a  $\mathbf{v}_2 = (1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)$  vett vektort a  $\mathbf{c}_2 = (1\ 0\ 0\ 1)$  üzenetté dekódolja a kód hibajavító és dekódoló algoritmus.

**korlatok.v01**

- Egy  $k$  hosszúságú üzenetekből  $M$  darab,  $n$  elemű kódszót létrehozó,  $r$  elemű kódábécével rendelkező hibajavító blokk-kódra igaz, hogy
  - kódszavainak hossza mindig nagyobb, mint a kiindulási üzenetvektorok hossza, azaz a bitenkénti entrópiát csökkenti.
  - üzenetvektorainak hossza mindig kisebb, mint a belőlük létrejövő kódszóvektorok hossza, azaz a bitenkénti entrópiát csökkenti a kódolás.
  - kódszavainak hossza mindig kisebb, mint a kiindulási üzenetvektorok hossza, azaz a bitenkénti entrópiát növeli.
  - üzenetvektorainak hossza mindig kisebb, mint a belőlük létrejövő kódszóvektorok hossza, azaz a bitenkénti entrópiát növeli a kódolás.
  - $M \leq r^{n-d_{min}+1}$ , ha  $d_{min}$  a kódtávolság.
  - $M \leq r^{n-d_{max}+1}$ , ha  $d_{max}$  a maximális kódszótávolság.
  - a  $d_{min}$  kódtávolság nem lehet nagyobb, mint  $n - k$ , ha az üzenetek és a kódszavak ugyanazon az ábécén vannak értelmezve.
  - a  $d_{min}$  kódtávolság nem lehet kisebb, mint  $n - k$ , ha az üzenetek és a kódszavak ugyanazon az ábécén vannak értelmezve.
  - a  $d_{min}$  kódtávolság nem lehet nagyobb, mint  $n - k - r$ , ha az üzenetek és a kódszavak ugyanazon az ábécén vannak értelmezve.
  - ha a Singleton-korlátban egyenlőség áll fenn, a kód maximális távolságú.
  - ha  $d_{min}$ -nel jelöljük a kódtávolságot, és  $M = r^k = r^{n-d_{min}+1}$ , akkor a kód MDS.
  - Ha a Singleton-korlátban egyenlőség áll fenn, akkor a kód maximális kódszóhosszú.
  - ha  $d_{min}$ -nel jelöljük a kódtávolságot, és  $M = r^k = r^{n-d_{min}}$ , akkor a kód MDS.
  - a kód két paramétere  $(n, k)$ .
  - a kód pontosan három paraméterrel rendelkezik:  $(k, n, M)$  paraméterű kód.
  - a kód pontosan két paraméterrel rendelkezik:  $(r, M)$  paraméterű kód.
  - a Hamming-korlát szerint a kódtérben a kódszavak köré húzott, legfeljebb  $\nu$  Hamming-távolságú vektorokat tartalmazó gömbök elemeinek a száma nem haladhatja meg a kódteret befogadó,  $n$ -elemű vektorokat tartalmazó tér elemszámát, ha  $\nu$  a javítható egyszerű hibák száma.
  - a Hamming-, vagy gömbpakolási korlát szerint  $r^k \sum_{i=1}^{\nu} \binom{n}{i} (r-1)^i \leq r^n$ .





