

8. A véges szóhosszúság hatása a jelre

Ebben a fejezetben a véges szóhosszúságú, fixpontos aritmetikai egységnek a jel minőségére gyakorolt hatását fogjuk megvizsgálni.

Az aritmetikai egység a (8.1.) típusú differencia egyenletek hatékony kiszámítására lett kialakítva. A 16 bites mintákat szorozva a 16 bites konstansokkal 32 bites szorzatokat kapunk, melyeket 32 biten akkumulálunk. Az (y') eredmény így 32 bites. Ebből a 32 bitből a 16 bites (y'') eredményt kell (kerekítés után) elmenteni a memóriába.

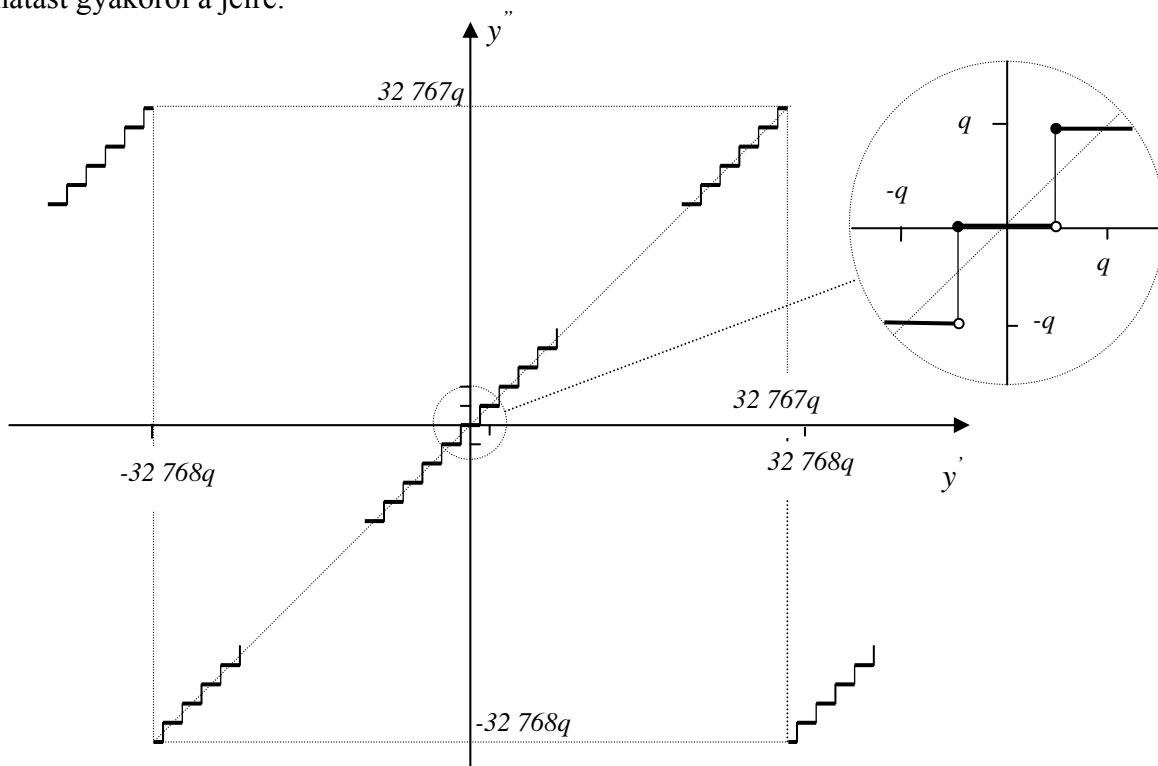
(A kerekítést úgy célszerű megvalósítani, hogy y'' LSB helyiértéke (q) alatti helyiértéken hozzáadunk y' -hez 1 bitet, majd ezután mentjük el az akkumulátorból y' -t.)

$$y'(n) = y''(n) + e(n) = \sum_{k=0}^M a_k x(n-k) - \sum_{k=1}^N b_k y''(n-k) \quad (8.1.)$$

Az $e(n)$ kerekítési hiba így:

$$-\frac{q}{2} \leq e(n) < \frac{q}{2} \quad (8.2.)$$

Az alábbi ábra grafikusán szemlélteti, hogy a fentebb leírt művelet sorozat milyen hatást gyakorol a jelre.



8.1. ábra A 16 bites, kettes komplement kód jelleggörbéje

Az ideálisnak tekinthető $y'' = y'$ lineáris összfüggéstől való eltérés alapvetően kétféle:

- A nagyjelű viselkedést illetően: a karakterisztika visszahajló jellegű.
- A finom struktúrát tekintve: a karakterisztika lépcsős.

Ha az y' eredmény nem fér be a $-32\,768\,q \leq y' \leq +32\,767\,q$ tartományba, akkor **túlsordulás** (overflow) lép fel, ami a jelre nézve durva torzításnak felel meg. Rekurzív szűrőkben ez (az előjelhibás) minta ha visszacsatolódik, a szűrő elvesztheti stabilitását, a kimenet látszólag függetlenné válik a bemenettől (pld. nagyjelű oszcillációba kezdhet).

A túlsordulást ezért feltétlenül kerülni kell.

A megoldás a szűrő u.n. skálázása, amikor is - még a tervezés fázisában - elvégezzük a szűrő kivezérlés analízisét és a jelszinteket úgy állítjuk be, hogy a hálózat egyetlen pontján sem következzen be túlsordulás.

Ha a jelszintek már megfelelőek, akkor érdemes megvizsgálni a lépcsőzöttség hatását. Ekkor két esetet különböztethetünk meg:

- Normál működésnek nevezzük azt az esetet, amikor a jel szintje olyan, hogy túlsordulás ugyan nem lép fel, de a jel amplitúdója sokkal nagyobb a q kvantálási lépcsőnél.
- Kisjelű működésnek azt az esetet tekintjük, amikor a jel amplitúdója összemérhető a q kvantálási lépcsővel.

A nemlinearitásnak a jelre gyakorolt hatása általában torzításként jelentkezik. A nehézséget az jelenti, hogy a torz jel visszacsatolódik a rendszerbe és így egy nemlineáris, memóriás rendszert kapunk. Ilyen rendszerekre – tetszőleges bemenőjel esetében – nem könnyű megtalálni a megoldást. Ezért az általános megoldást nem tűzzük ki célul, helyette a gyakorlat szempontjából érdekes, néhány speciális esetet fogunk vizsgálni.

A 8.1. fejezetben a normál működésnek azt az a esetét fogjuk tárgyalni, amikor a bemenő jel véletlen változó jel, melynek a szórása sokkal nagyobb a kvantálási lépcsőnél. Mint látni fogjuk, a torzítás ebben az esetben zaj formájában jelentkezik, amit **aritmetikai zajnak** fogunk nevezni. Célunk a kimeneten megjelenő zajparaméterek (spektrum, jel-zaj viszony) meghatározása, illetve a lehetséges struktúrák értékelése lesz.

A 8.2. fejezetben kisjelű vizsgálatot fogunk végezni. Autonóm (bemenet nélküli), nemlineáris, memóriás rendszerekben felléphet az u.n. **határoszcilláció** (határciklus) jelensége. Ez az effektus azért érdekes, mert a jelet lekapcsolva a rendszer bemenetéről, az amúgy lineárisnak szánt rendszer kimenő jele, a várakozásunkkal ellentétben, nem fog lecsengeni, hanem véges amplitúdóval oszcillációba kezd. A további fokozatok működését ez a jel zavarhatja (különösen akkor, ha nem számítunk rá).

Végül a 8.3. fejezetben a jelfeldolgozás egy gyakori feladatát fogjuk analízis alá venni. Ez a feladat az átlag képzés. Ha a kis művelet igényű rekurzív átlagképzőt választunk, a kialakuló **holt-sáv** következtében az átlag hibája, mint látni fogjuk, nagy lehet.

Vizsgálataink alapján összegzés képpen elmondhatjuk, hogy a véges szóhosszúság következtében fellépő másodlagos effektusok az elvileg **ekvivalens struktúrákat** a rendszer paraméterei (pld. a zaj) tekintetében lényegesen **különbözővé** teszik. A rendszerek tervezésekor, ezért fontos a különböző struktúrák másodlagos effektusok szempontjából történő vizsgálata.