

Önálló laboratórium 2.

M.Sc. képzés

Mikrohullámú teljesítményerősítők linearizálása adaptív módszerekkel

Készítette: Sas Péter István - YRWPU9

Konzulensek: Dr. Sujbert László
Mikó Gyula

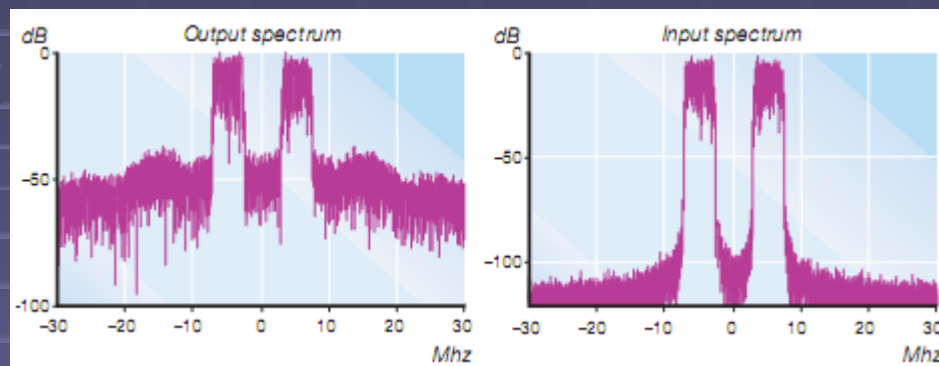
Budapest, 2009. ősz

Tartalom

1. Probléma felvetése
2. Digitális linearizálási technikák
3. Linearizálás digitális előtorzítással
4. Feedforward struktúra részletes ismertetése
5. MATLAB szimulációk
6. Eredmények
7. Az önálló laboratóriumi munka folytatása diploma munkaként (fejlesztési tervek)

1. A probléma felvetése, célkitűzések

- Mikrohullámú teljesítményerősítő kimeneti és bemeneti jelének spektruma:

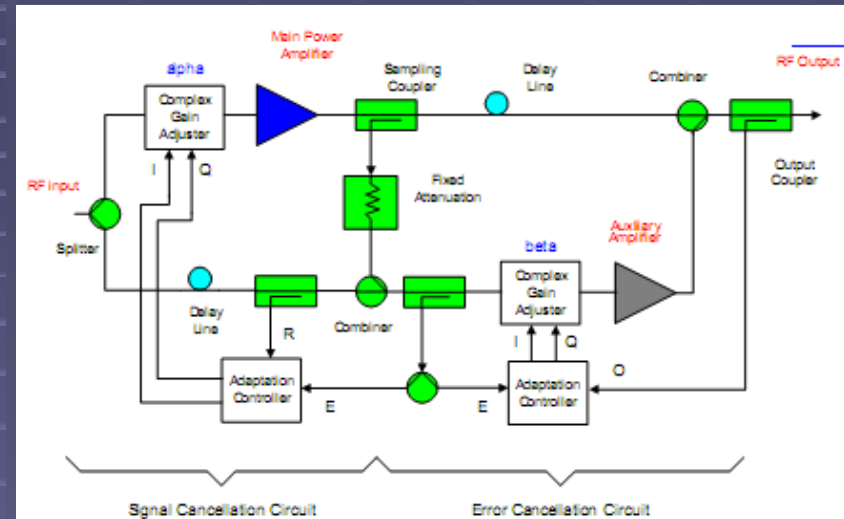


- A kapott eredmény nem kielégítő, a szabvány jobb minőségű átvitelt ír elő
- közös együttműködés a probléma megoldására egy mikrohullámú távközlési berendezéseket gyártó céggel: Bonn Hungary Kft.-vel
- Célkitűzések:
 - Linearizálási technikák megismerés
 - A Bonn Hungary Kft. teljesítményerősítőinek linearizálása, az általuk javasolt feedforward struktúra megvalósítása révén
 - Egy másik elterjedt módszer, a digitális előtorzítás szimulációja és megvalósítása

2. Digitális linearizálási technikák II.

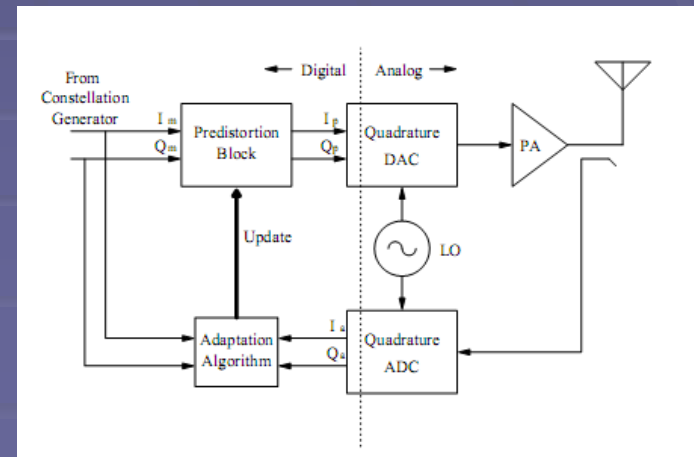
Feedforward struktúra:

- Teljesítményerősítő
- 2 kiegészítő áramkör
Vektormodulátor
- Adaptív eljárás alkalmazási lehetősége



DPD – Digital Predistortion – Digitális előtorzítás:

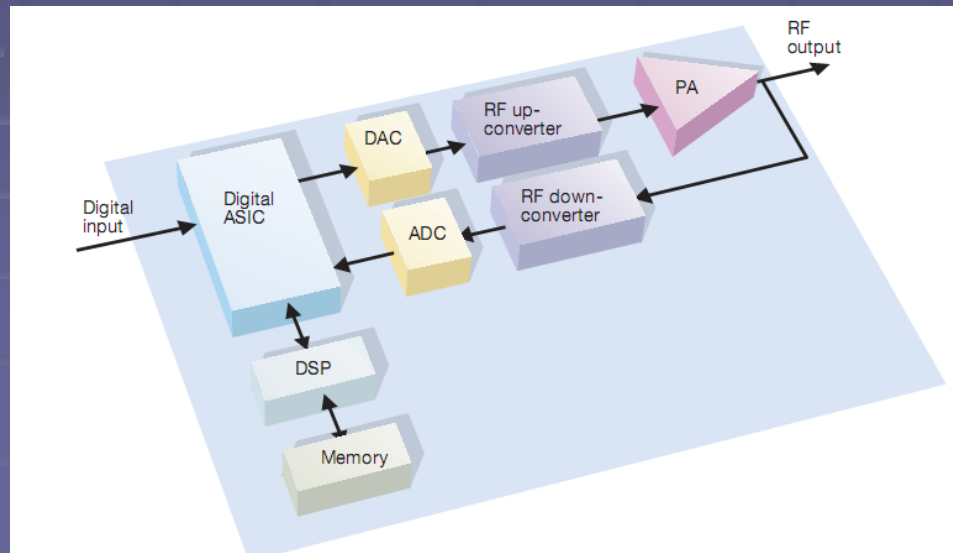
- Előtorzító
- Becslő rendszer
- Adaptív eljárással történő becslés



3. Erősítő linearizálása Digitális előtorzítóval (1)

A struktúra bemutatása:

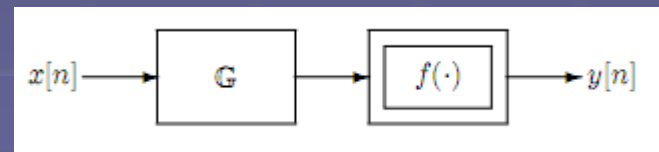
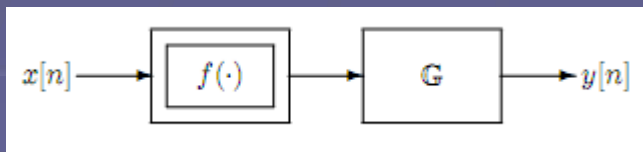
- Teljesítményerősítő
- Digital Predistortion – Digitális előtorzító
- AD, DA konverterek
- RF keverők



3. Erősítő linearizálása Digitális előtorzítóval (2)

Adaptív algoritmusok típusai:

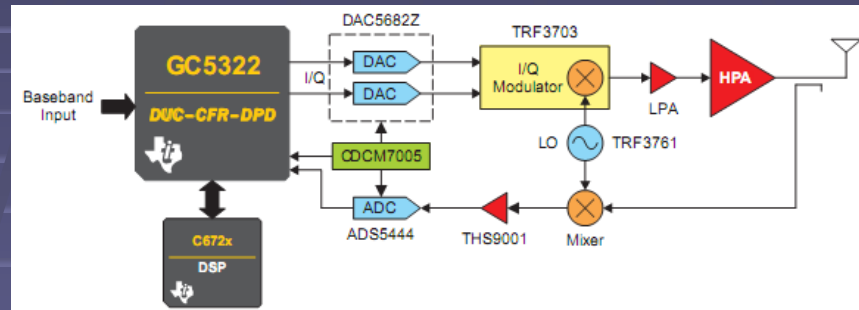
- Távolság-gradiens alapú metódusok alkalmazása
- „polinom függvény” algoritmus
 - Erősítő nemlinearitásáról valamilyen ismerettel rendelkezünk, vagy modellt alkotunk róla
 - Volterra sor
 - Hammerstein modell
 - Wiener modell



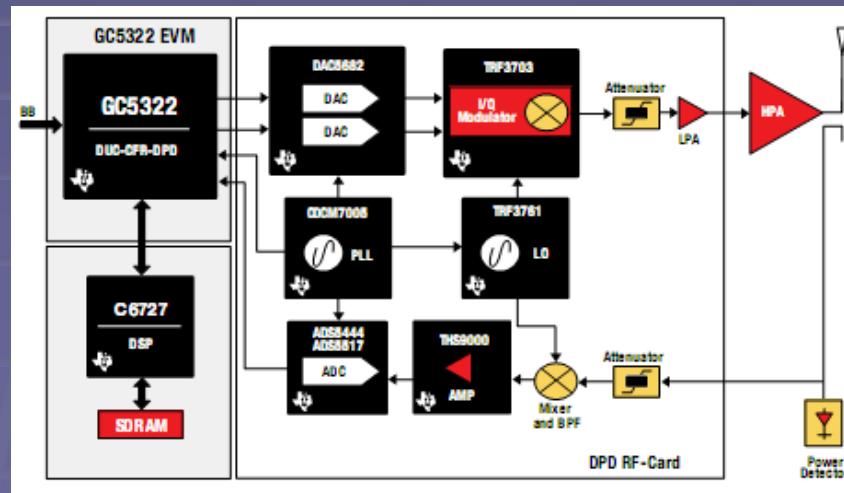
3. Linearizálás digitális előtorzítással (3)

GC5322 – Digitális előtorzító processzor

- A GC5322-re épülő rendszer felépítése



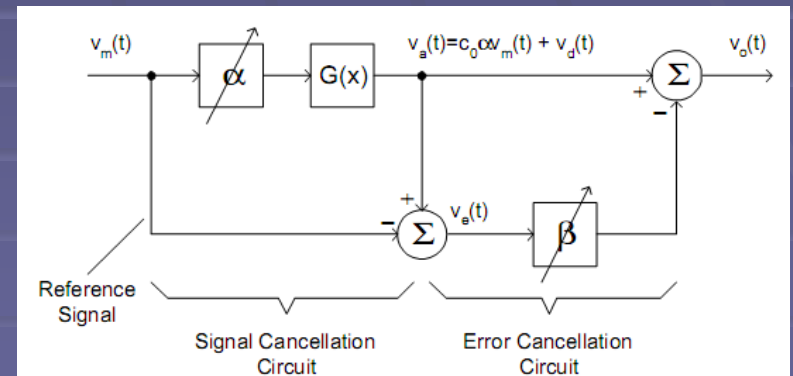
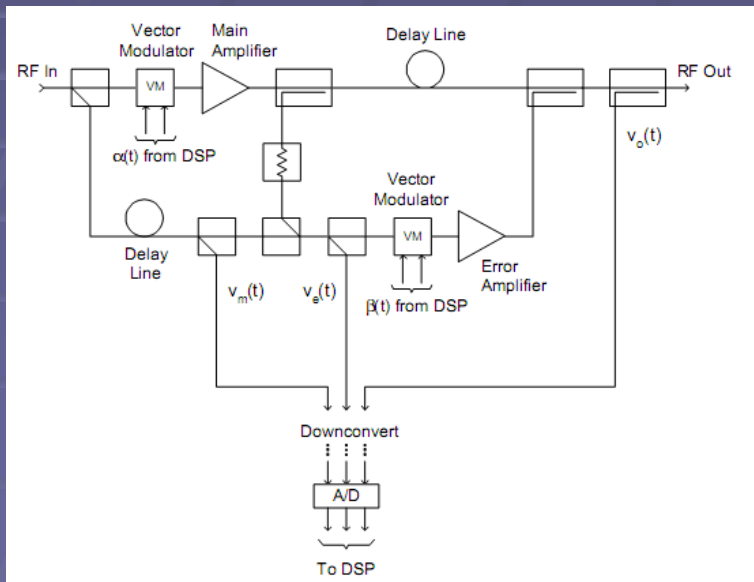
- Fejlesztő környezet – Evaluation Board (GC5322SEK) használata



4. A Feedforward struktúra bemutatása(1)

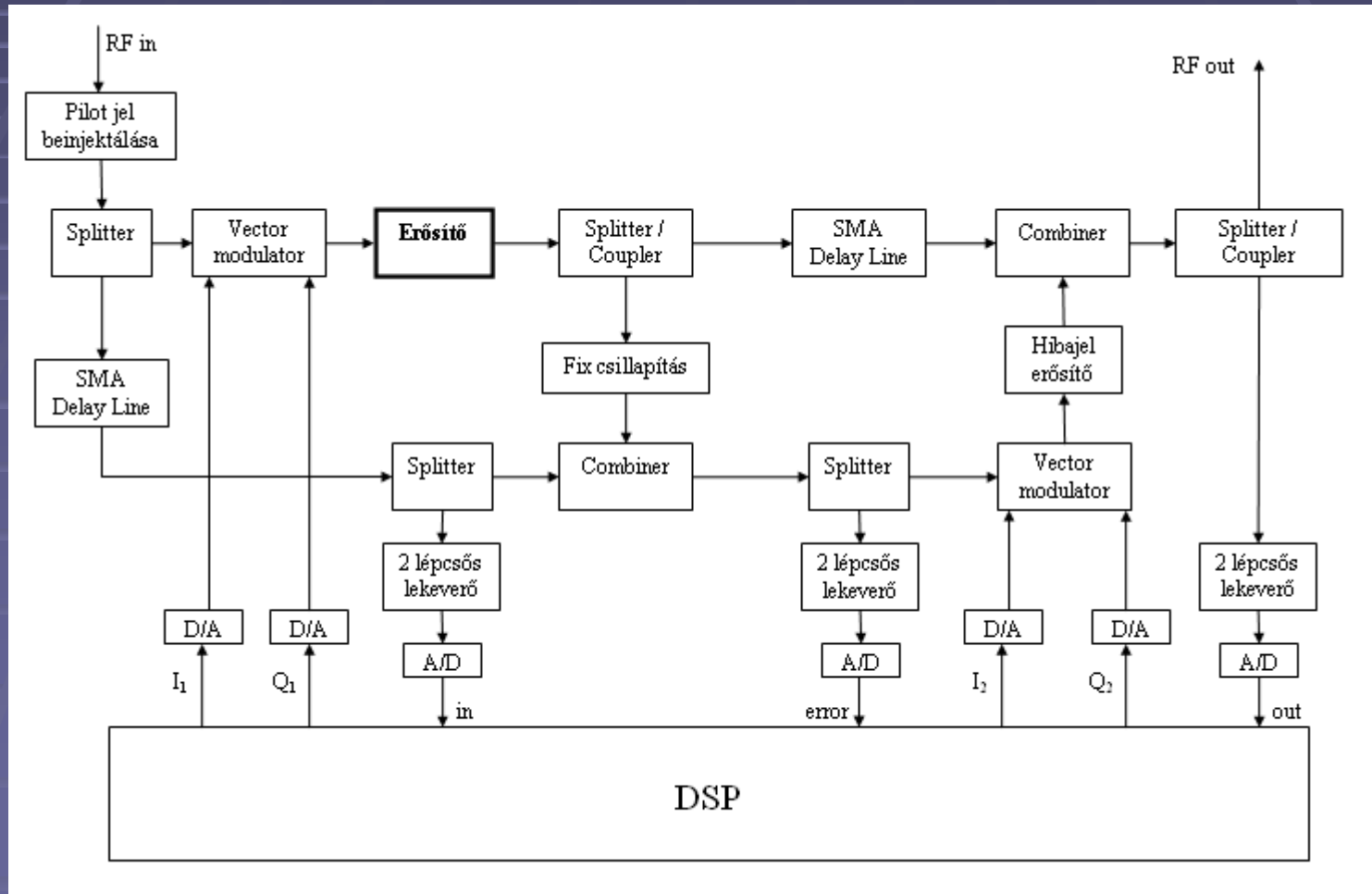
A Struktúra fő alkotóelemei:

- Teljesítményerősítő
- Signal Cancellation Circuit – Jel kioltó áramkör
- Error Cancellation Circuit – Hiba kioltó áramkör
- Adaptív eljárások alkalmazása
- Feedforward struktúra kiegészítése analóg előtorzítással



4. A Feedforward struktúra bemutatása(2)

Megvalósítani kívánt rendszer blokkvázlata



4. A Feedforward struktúra bemutatása(3)

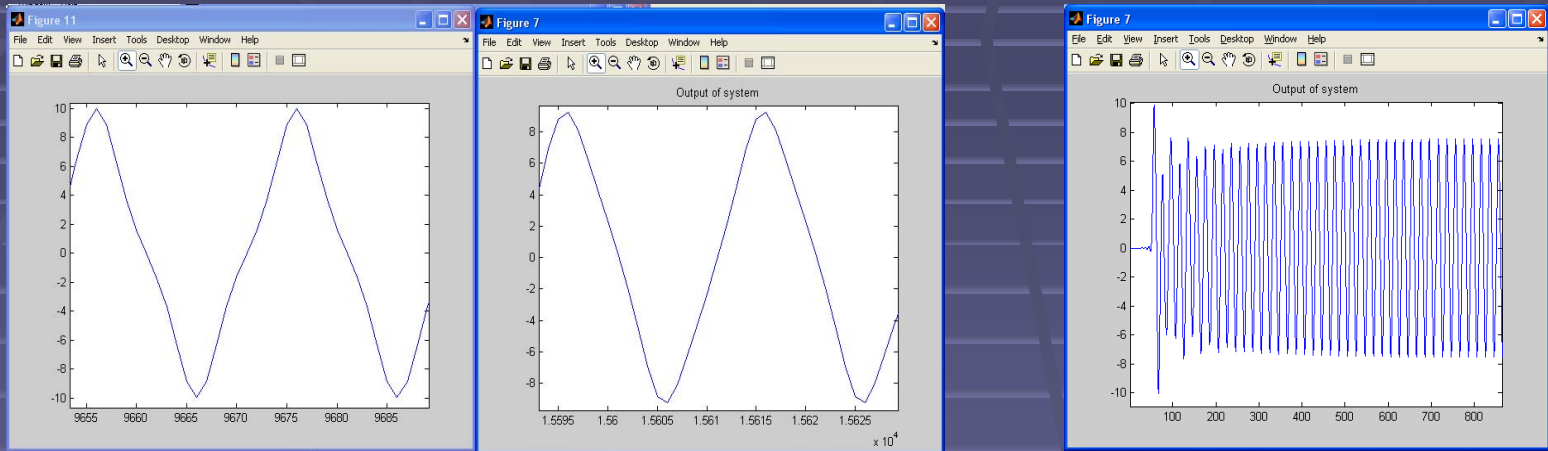
- DSP-n futó algoritmus
 - Rekurzív DFT
 - AFA
- Felvetődő problémák:
 - Az általam használt Blackfin537 fejlesztő kártyán csak 1 A/D konverter van, ami két A/D csatornát jelent, 3-ra lenne szükség (lásd előző ábra).
 - Megoldás:
 - Saját áramkör építése amely révén a DSP illeszthető a rendszerhez (bonyolult)
 - A pilot jelet mi állítanánk elő, így az „in” jel előállítására nem lenne szükség A/D átalakítóra, hisz ismerjük a bemeneti pilot jelet
 - Másik fejlesztőkártyán 4 D/A konverter található, ebből csak 2-t használunk (4 D/A csatorna), így az egyik szabad D/A segítségével elő tudjuk állítani a pilot jelet.
 - Megjegyzés: az így előállított pilot jelet fel kell keverni, így ehhez szükséges egy RF sávba felkeverő modul.
 - Az eddig alkalmazott fejlesztő kártyák D/A átalakítói AC csatoltak, azonban a vektor modulátorokat egyenfeszültséggel kell vezérelnünk.
 - Megoldás: kiegészítő áramkör segítségével kell előállítani a fejlesztőkártya D/A kimenetére megjelenő feszültségből a vezérlőfeszültségeket

5. MATLAB szimulációk (1)

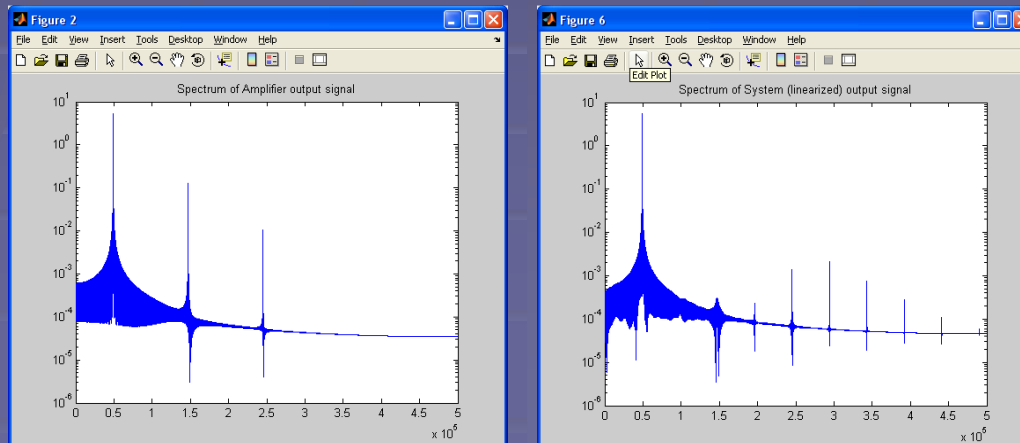
- Digitális előtorzítás vizsgálata
 - Erősítő modellezése
 - Wiener modell
 - Hammerstein modell
 - Előtorzító paramétereinek meghatározása gradiens alapú módszerekkel
- Feedforward struktúra vizsgálata
 - Paraméterek bállítása LMS algoritmus segítségével
 - Rezonátoros struktúrán alapuló paraméter beállítás vizsgálata
 - Rekurzív DFT és Adaptív Fourier Analizátor alkalmazása

5. MATLAB szimulációk (2)

Linearizálás rezonátoros struktúra segítségével



Linearizálás LMS algoritmus alkalmazásával



6. Eredmények

- LMS algoritmus implementálása és vizsgálata a korábban megismert Blackfin537 fejlesztőkártyán
- Rezonátoros struktúra megvalósítása a Blackfin537-es fejlesztői környezetben
 - Nehézségek:
 - lebegőpontos – fixpontos számábrázolások közti konverzió (beépített függvények segítségével)
 - Komplex számok kezelése (beépített függvények segítségével)
- Adaptív Fourier analízátor megvalósítása Blackfin DSP-n a rezonátoros struktúra alapján



7. Az önálló laboratóriumi munka folytatása diploma munkaként (fejlesztési tervek)

- Feedforward struktúra megépítése tesztelés a 4. pontban látott rendszerterv alapján
 - A teszt rendszer 25-40 MHz frekvenciájú vivőjű jel tesztelésére alkalmas
 - Teszt rendszer felépítése:
 - Egyszerű erősítő építése, amelynek felső határfrekvenciája legalább 100MHz
 - Analog Devices által készített eszközök felhasználásával egy saját rendszer megépítése
 - Keverő modulok
 - Vektor modulátor: I-Q demodulátor és egy Vektor szorzó modulból áll
 - DSP fejlesztőkártya (laborban rendelkezésre áll)
 - Rezonátoros struktúrán alapuló adaptív algoritmus implementálása
- Feedforward struktúra megvalósítása a Bonn Hungary Kft.-vel közösen, adaptív algoritmus implementálása a rendszerben
- A digitális előtorzító vizsgálata alapsávi jelek esetén
 - Alapsávi erősítő
 - Kiegészítő áramkör megépítése a megvalósított erősítőhöz, illetve a rendelkezésre álló DSP környezet illesztéséhez.
- A digitális előtorzítást működtető adaptív algoritmus implementálás a digitális jelfeldolgozó processzoron