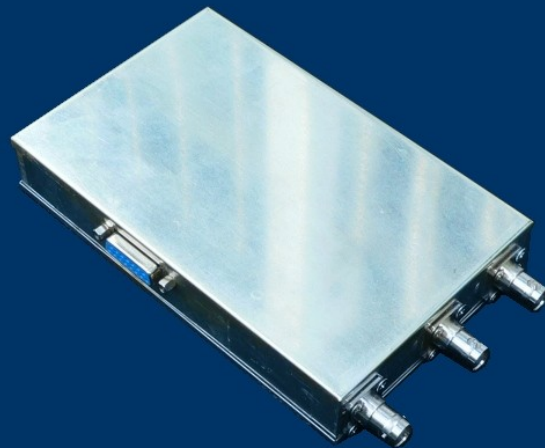


DIPLOMOVÁ PRÁCE

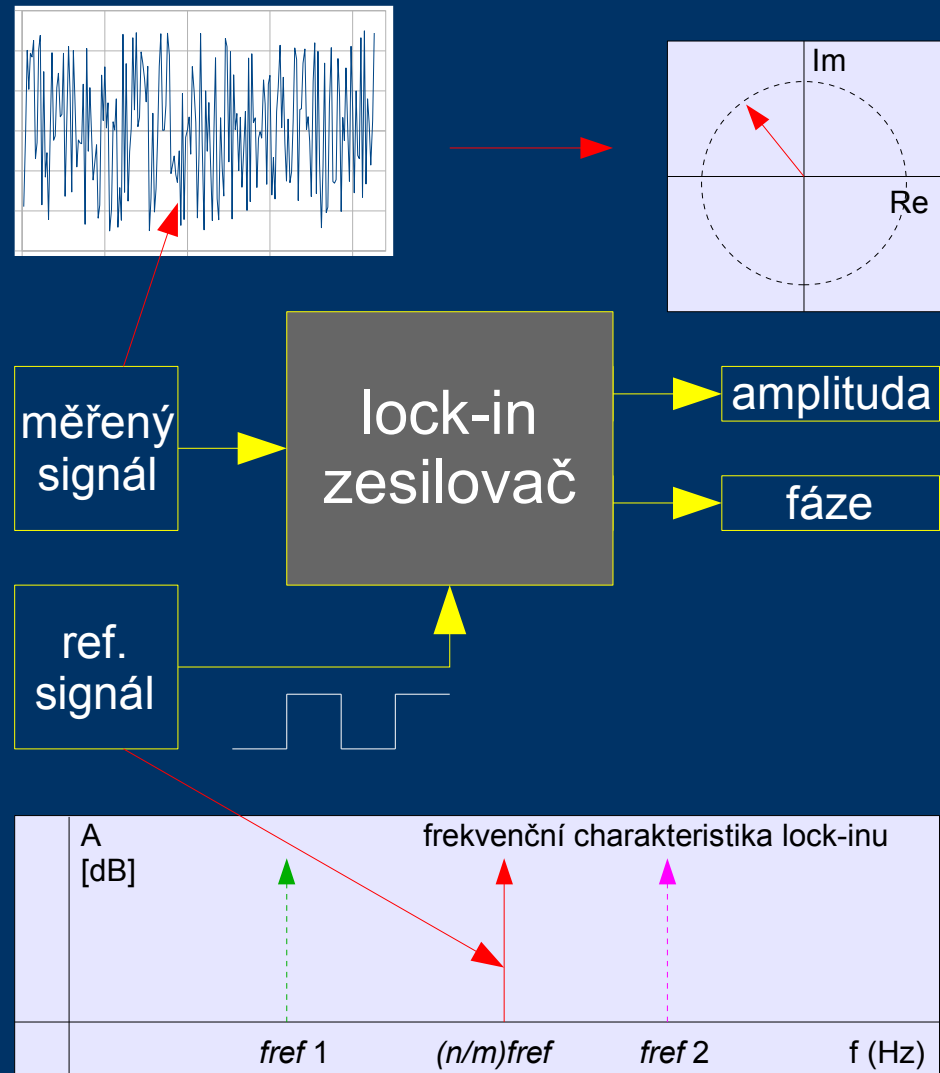
Lock-in zesilovač 500 kHz – 10 MHz



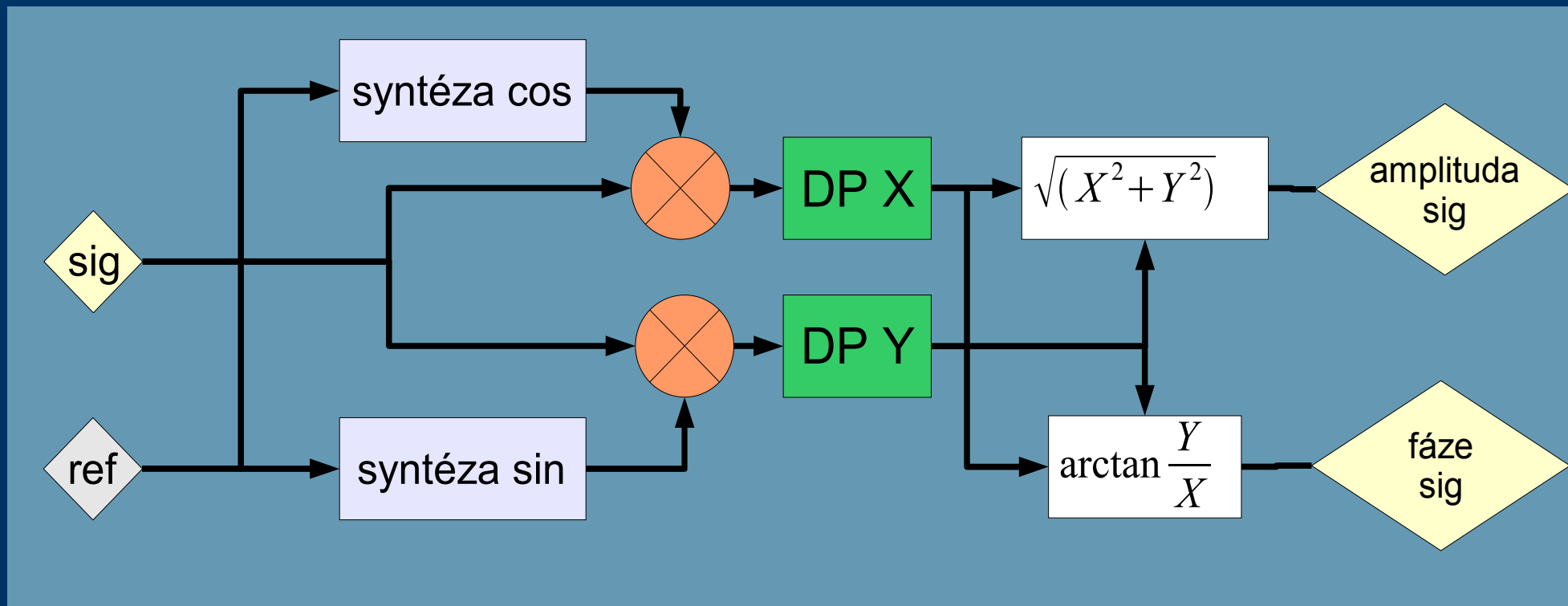
Petr Sládek

Princip a použití lock-in zesilovače

- koherentní demodulátor f_r
- velmi úzkopásmový
příjem typ. 0,01 Hz – 3 Hz
- zesilování harmonických
signálů s nízkým SNR
- zesilování harmonických
(měření THD, fluxgate, ...)



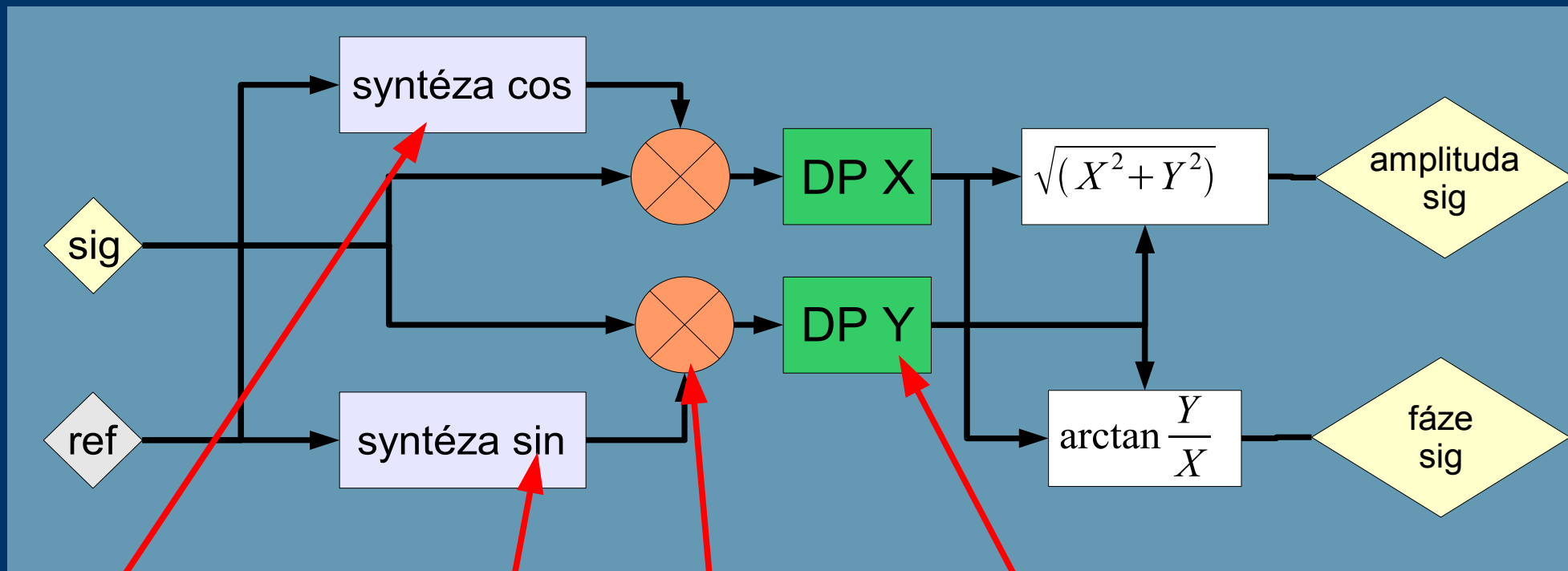
Teoretické schéma lock-inu



Pozn. DP X, Y určuje šířku přijímaného pásma.

Praktické realizační problémy

Celkově: nemožné digitalizovat s ADC 18 bitů / alespoň 50 Msp (ADC neexistuje)



problémy:

- přeladitelnost v rozsahu dvou dekád
- vysoká ortogonalita

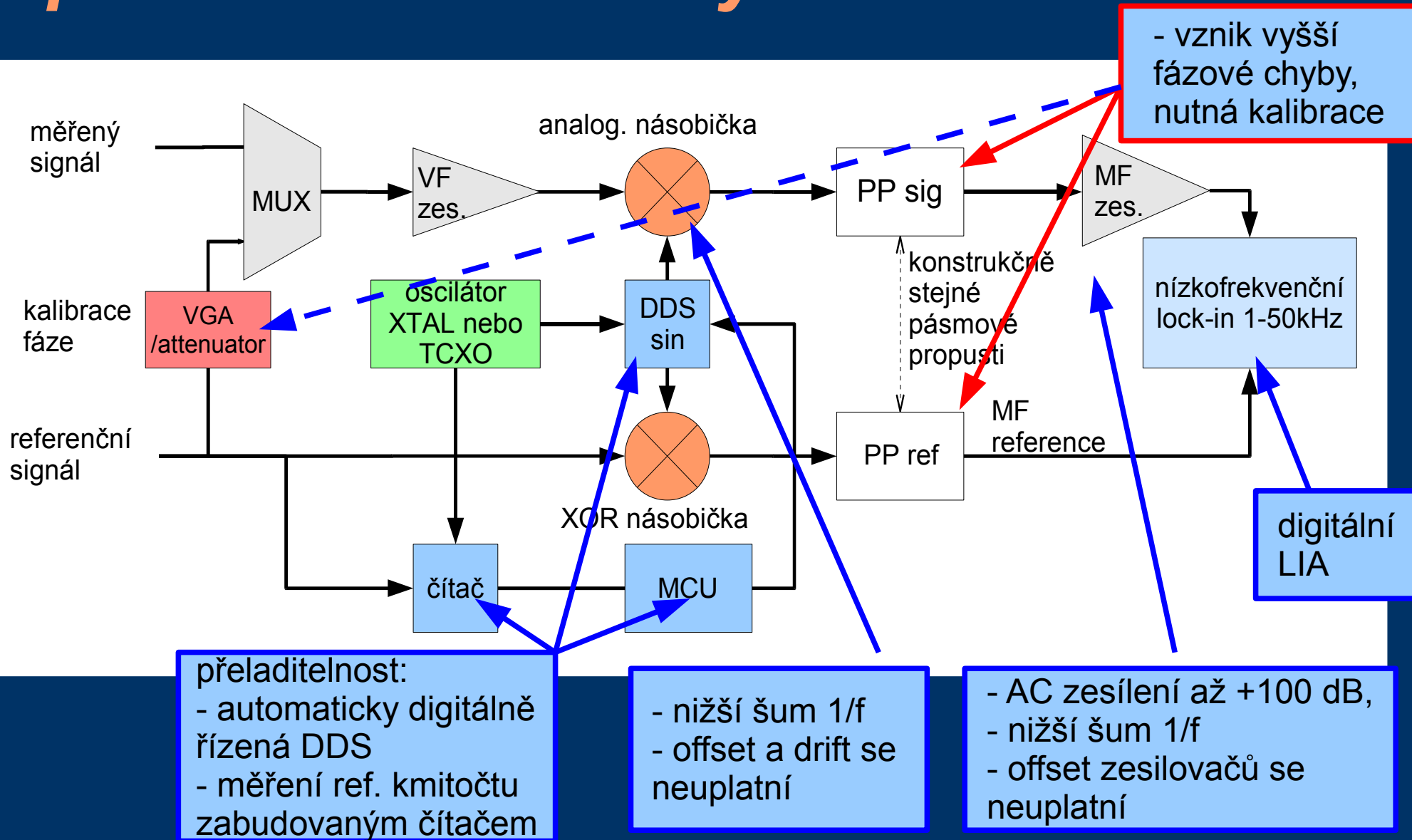
problémy:

- offset a drift offsetu směšovače,
- NF šum

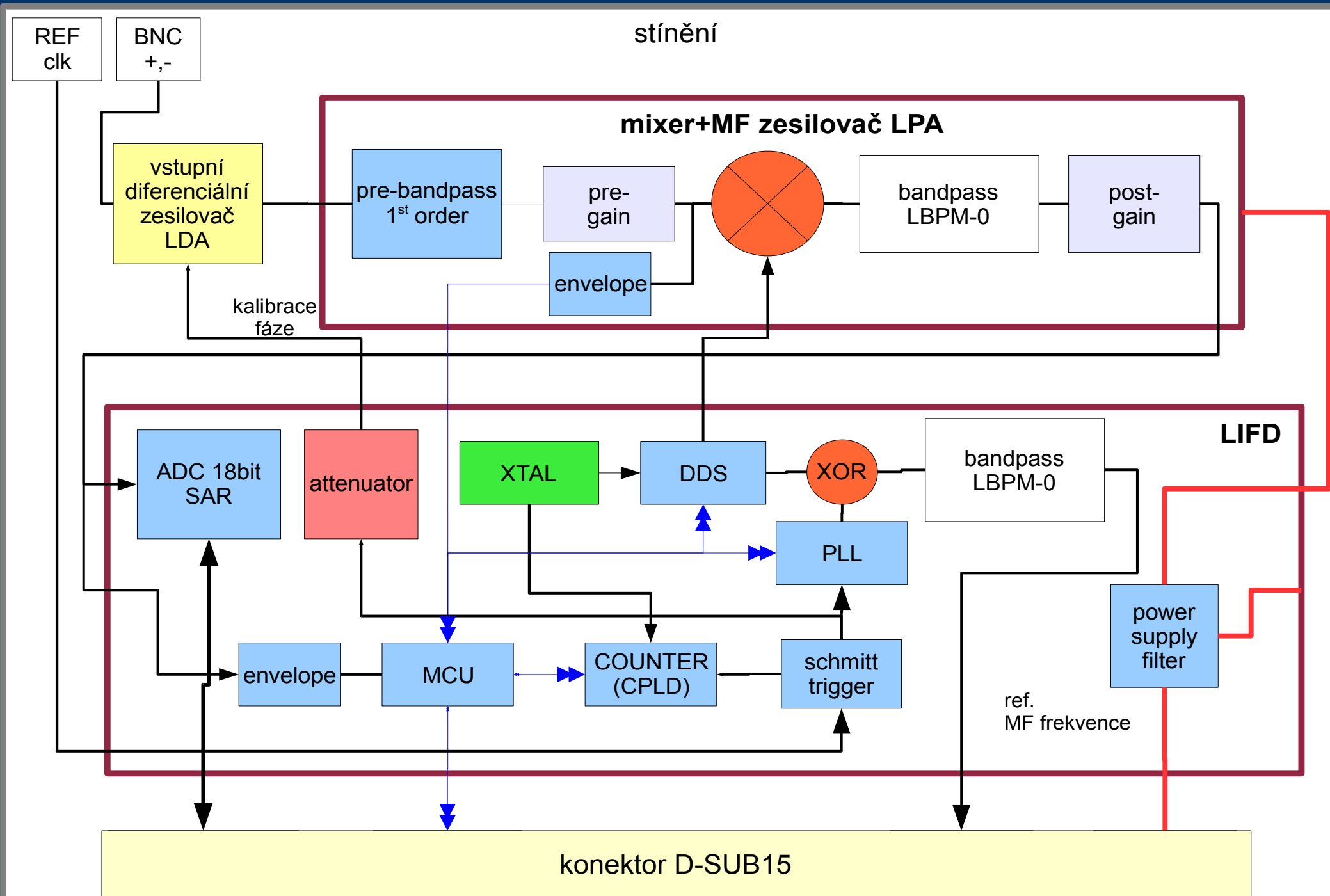
problémy:

- DC zesílení až +100 dB,
- NF šum $\gg$ VF šum,
- offset zesilovačů

Jedno z řešení konstrukčních problémů: heterodynní lock-in

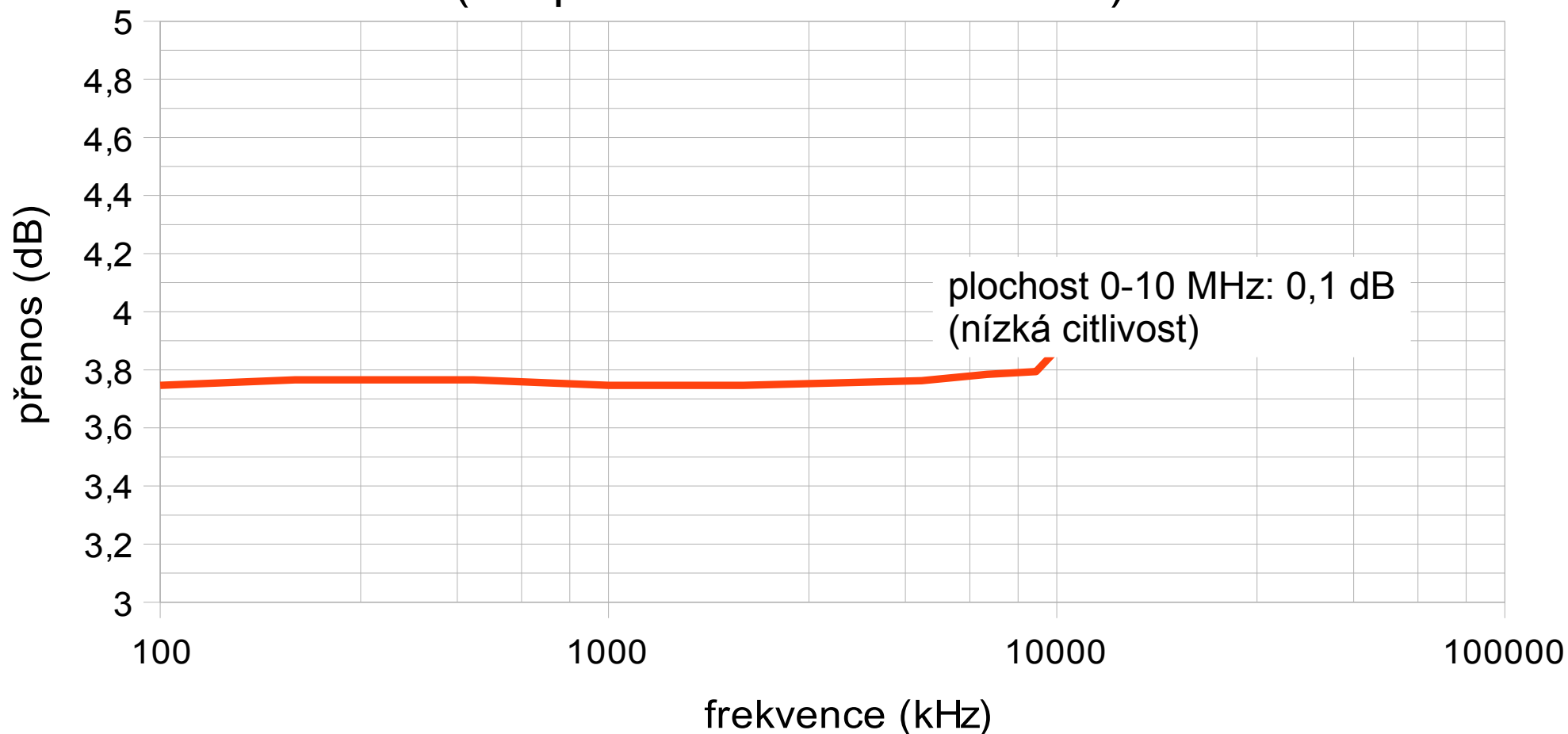


Blokové schéma MF části

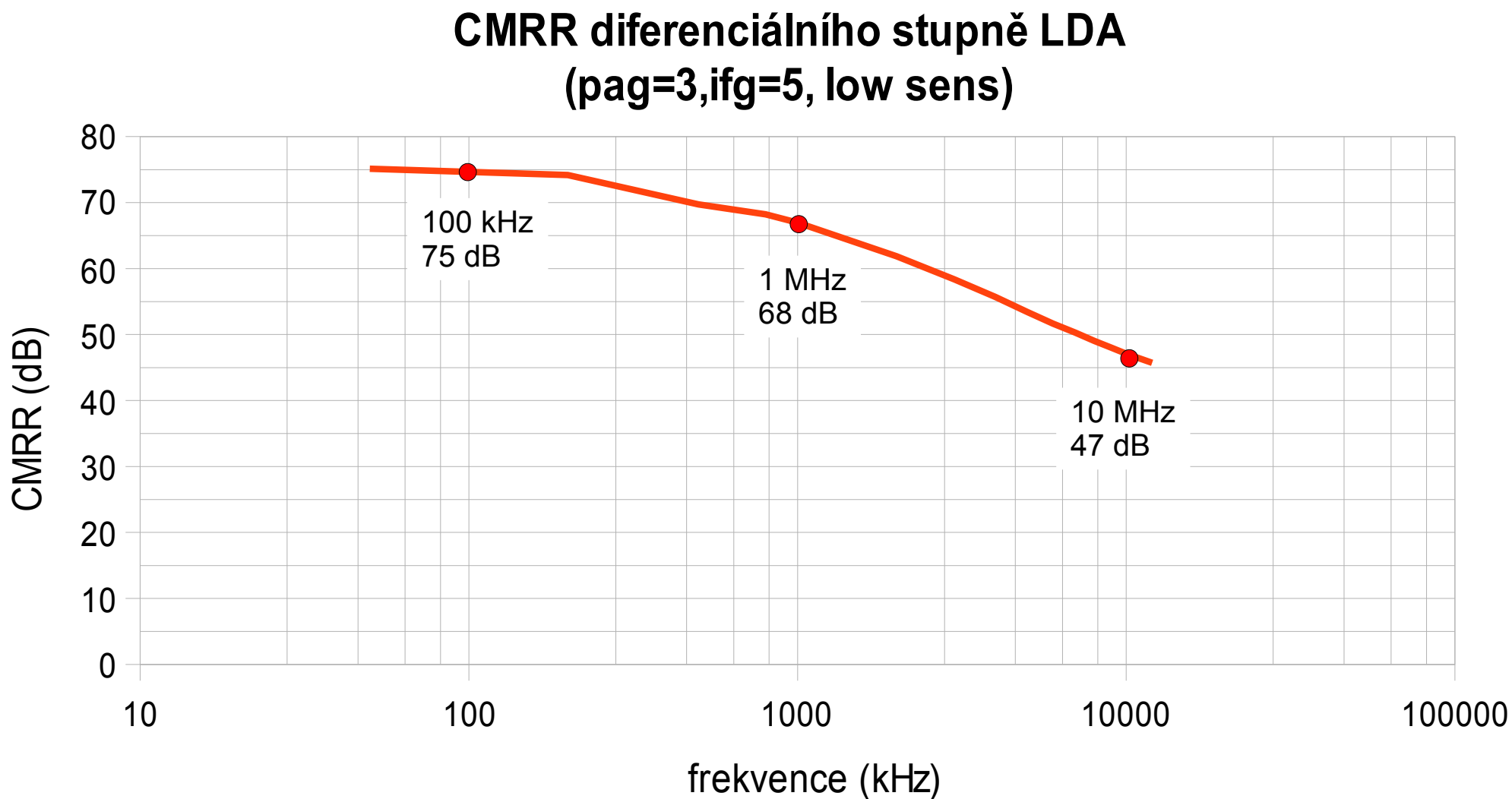


Změřené parametry VF diferenciálního předzesilovače – amplitudová char.

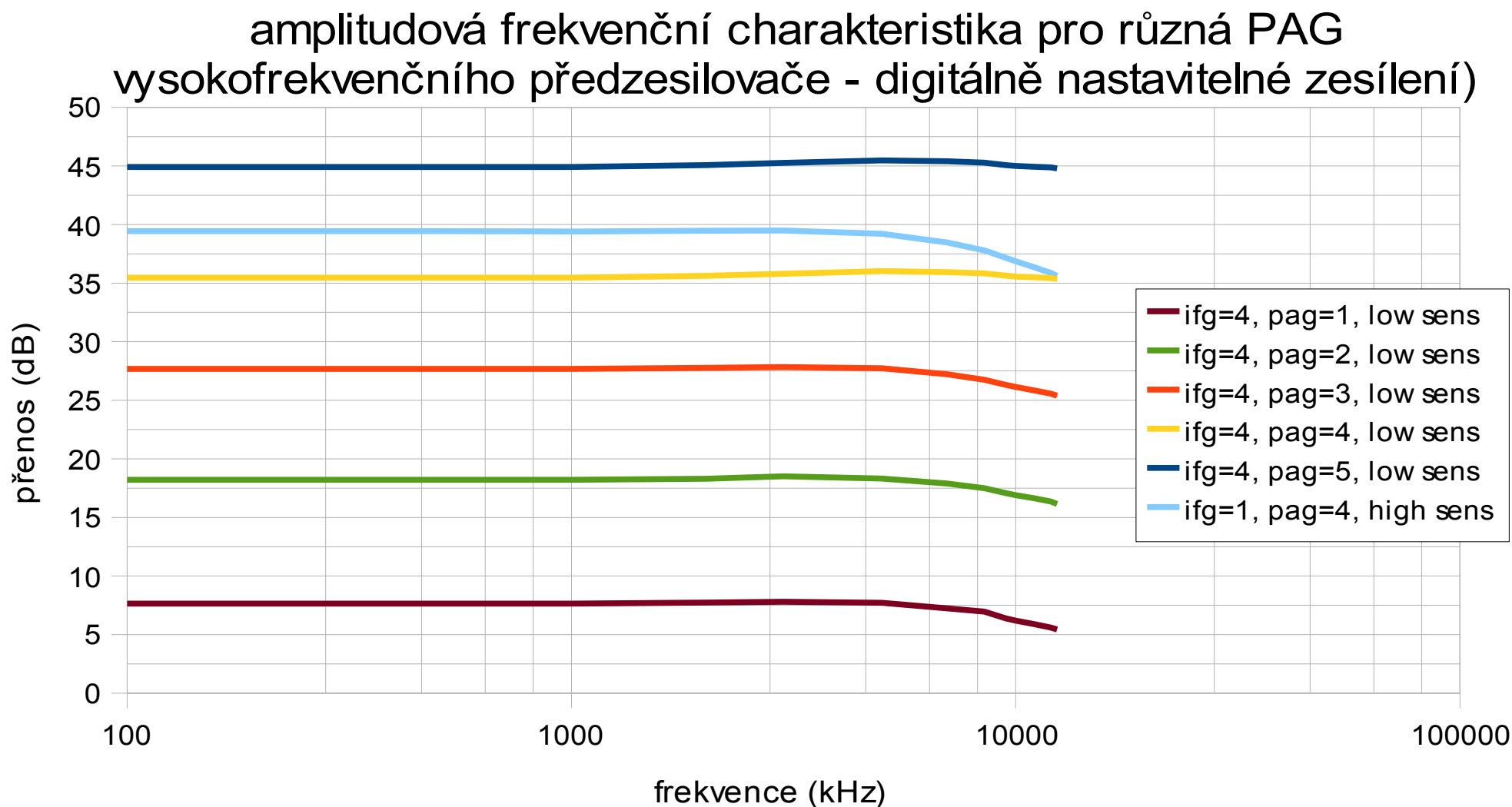
amplitudová frekvenční charakteristika LDA
(vstupní diferenciální zesilovač)



Změřené parametry VF diferenciálního předzesilovače - CMRR

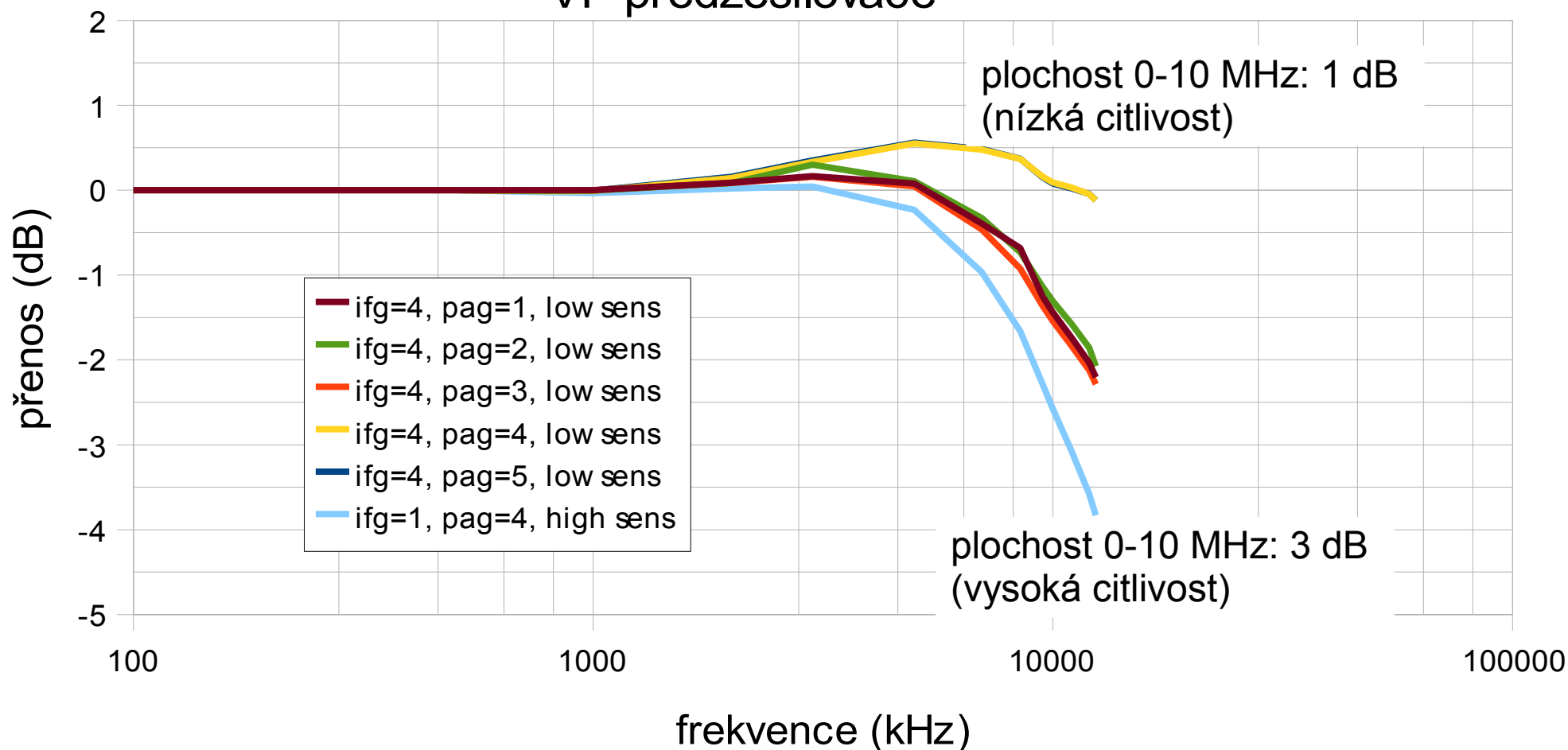


Změřené parametry MF bloku – amplitudová charakteristika



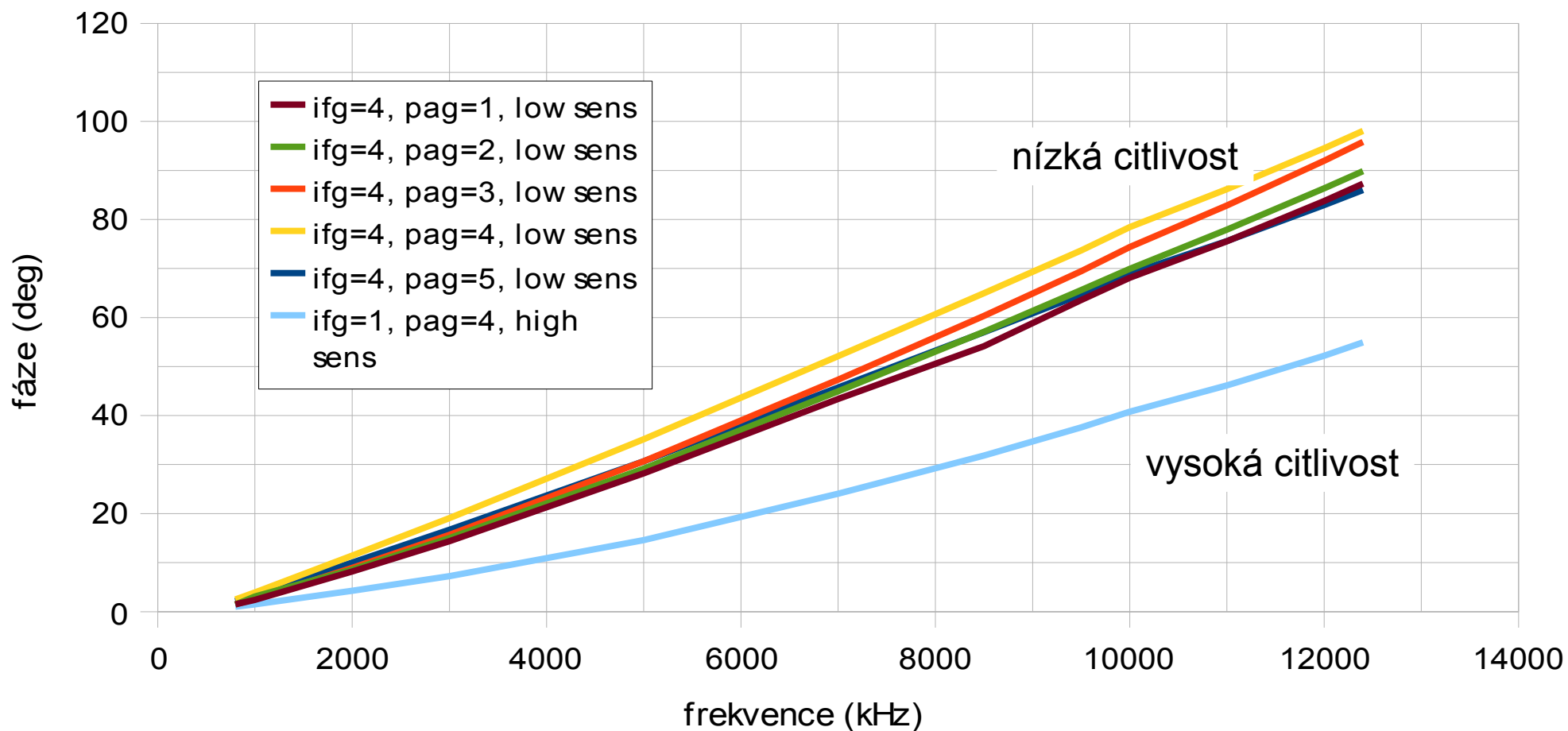
Změřené parametry MF bloku, normalizovaná amplitudová charakteristika

normalizovaná amplitudová frekvenční charakteristika pro různá PAG
VF předzesilovače



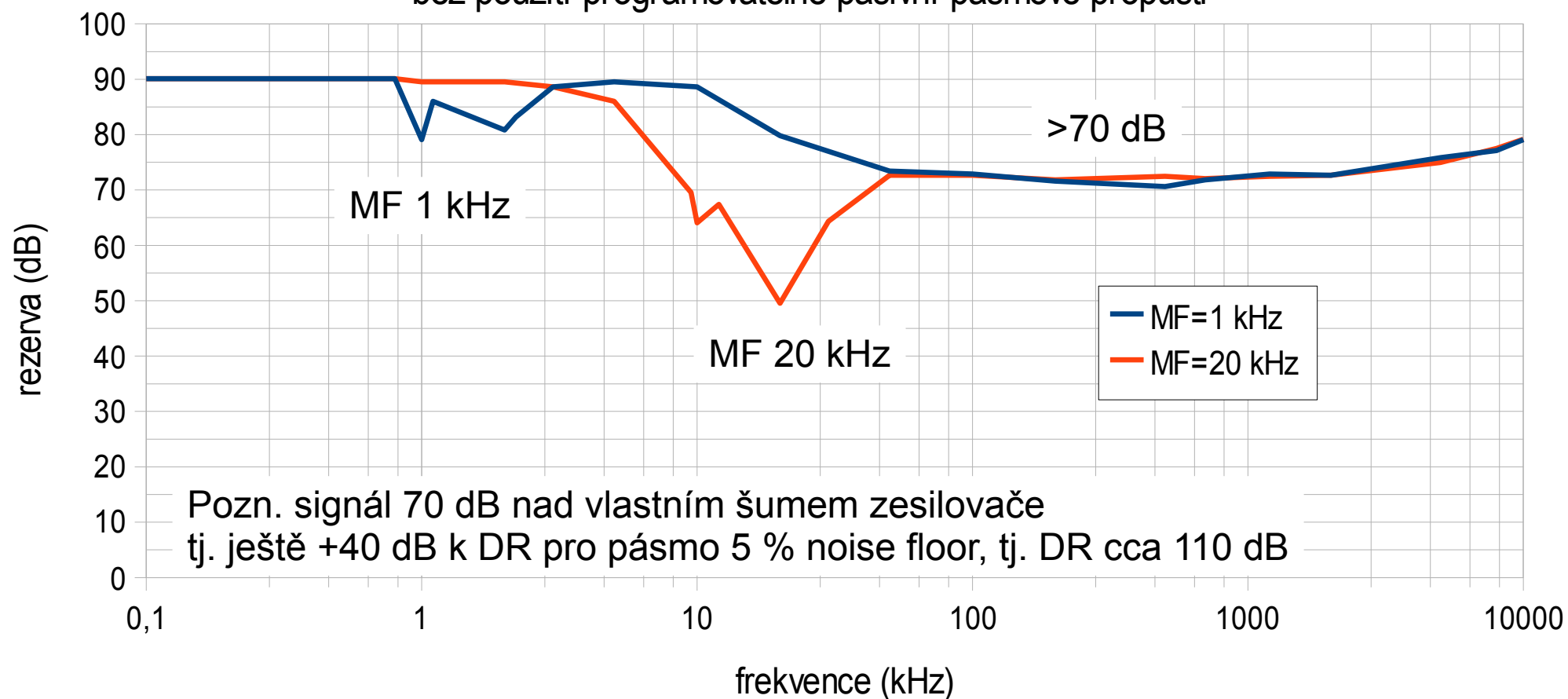
Změřené parametry MF bloku, fázová charakteristika

změna fáze pro různá PAG



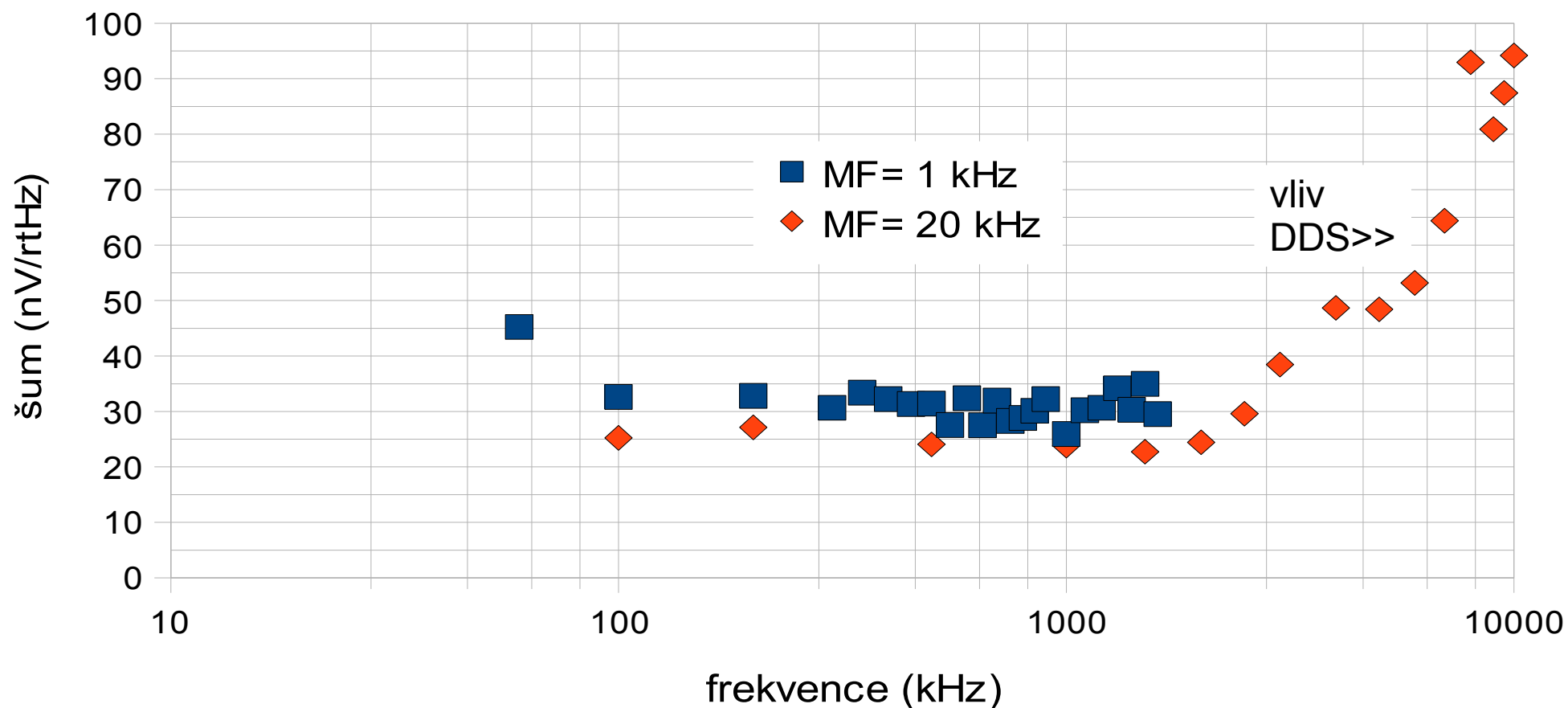
Změřené parametry MF bloku, širokopásmová dynamická rezerva (DR)

dynamická rezerva v širokém pásmu ($V_{in}=100\text{ uV}$, 1 MHz, do chyby údaje 5 %)
- bez použití programovatelné pasivní pásmové propusti -



Změřené parametry MF bloku, šumová hustota

naměřená šumová hustota v závislosti na frekvenci

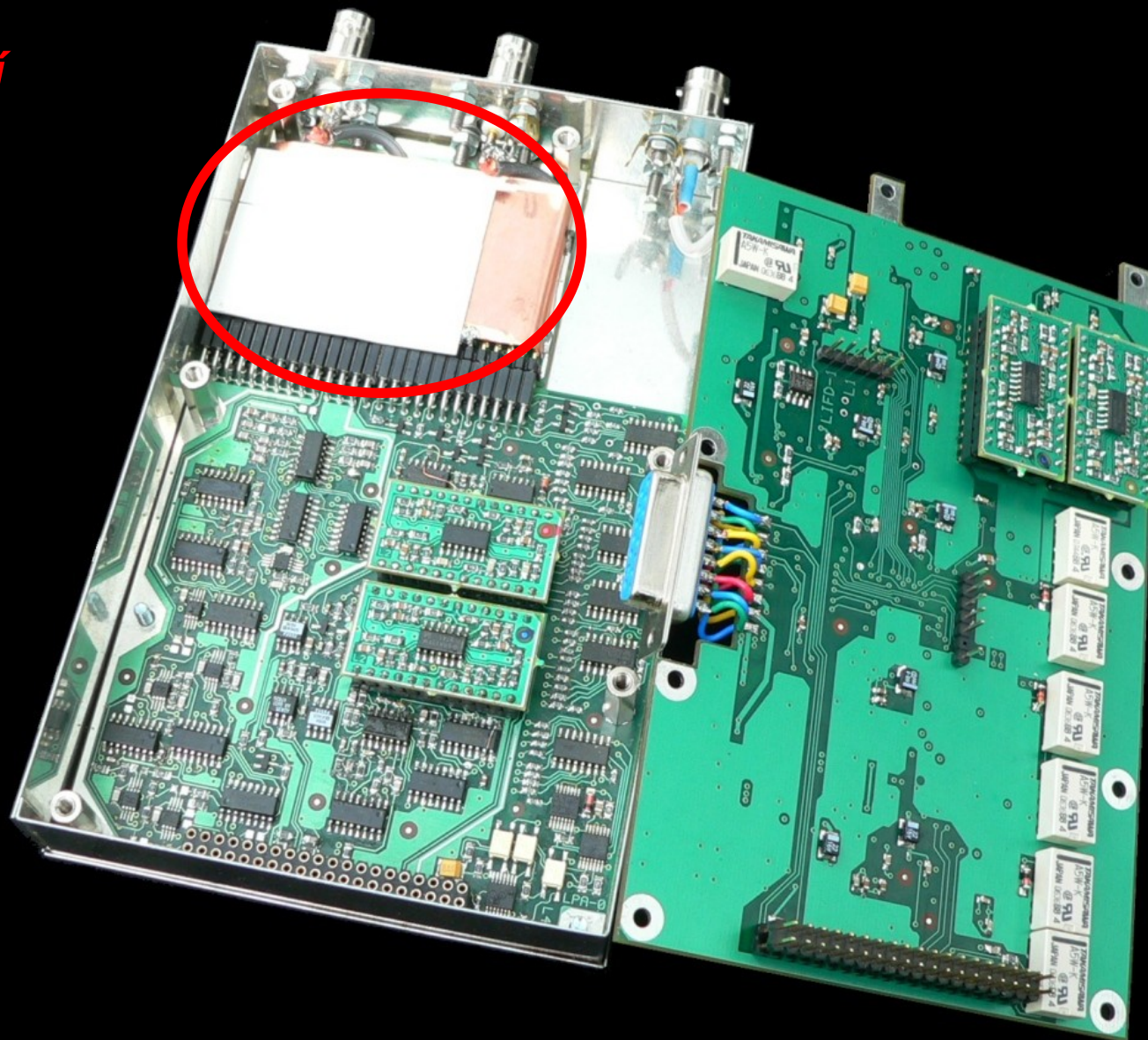


Parametry - shrnutí

- šířka pásma: 70 kHz – 10 MHz, plochosť: 1 dB
 - dynamický rozsah -1 až 130 dB
 - CMRR 100 kHz: 75 dB, 1 MHz: 68 dB
 - šum teoreticky 10 nV/rtHz, změřeno 25-30 nV/rtHz
 - dynamická rezerva 60 – 110 dB
 - grupové zpoždění MF bloku typ. 18 ns, zvlnění 3-5 ns (f)
 - možnost zesilování harmonických (pomocí měniče frekvence n/m)
 - digitální signálové rozhraní a řídicí rozhraní UART
-
-

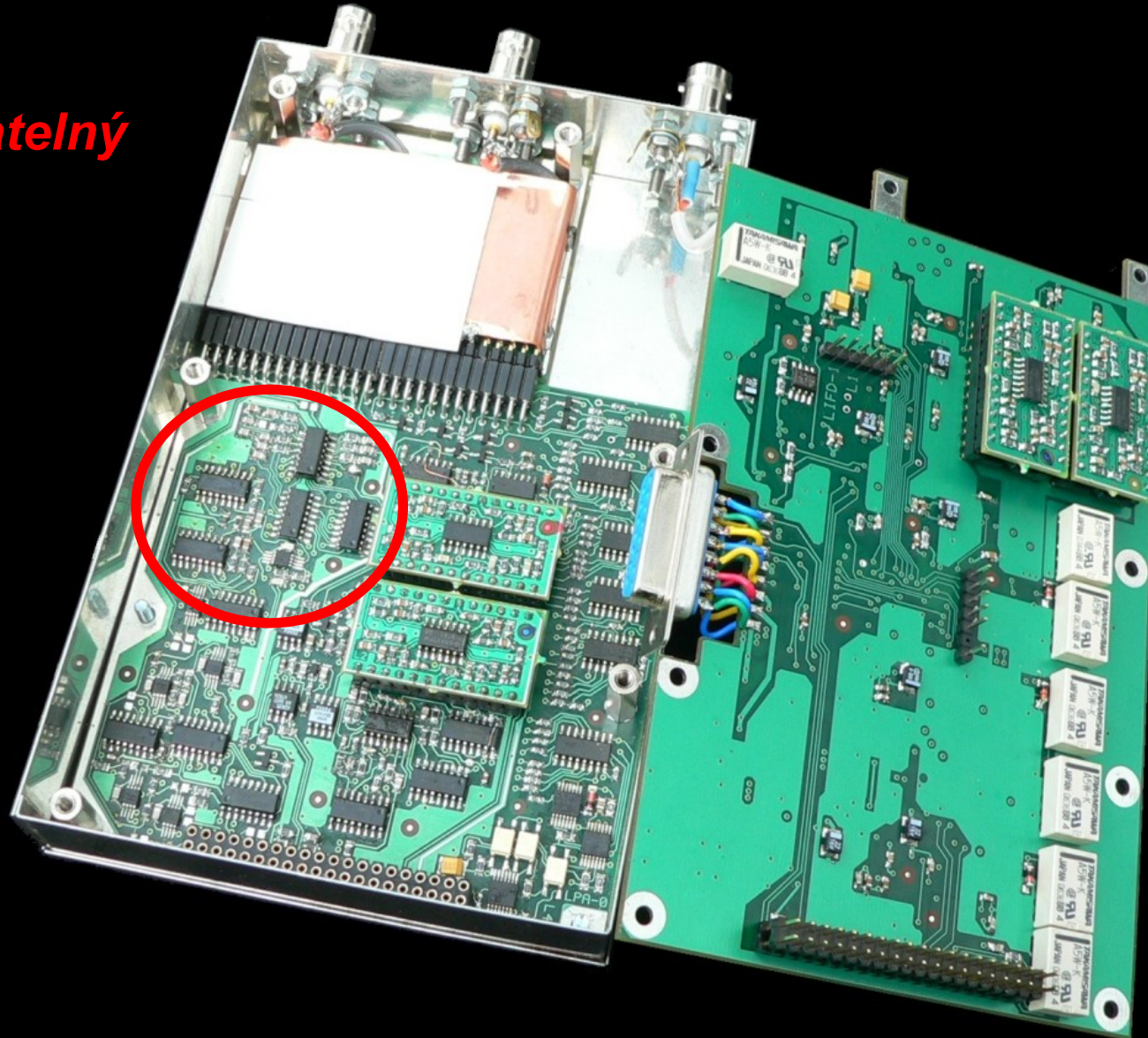
Fotografie – rozebraný díl MF bloku

diferenciální
zesilovač
LDA
9,5 dB
nebo 30 dB
FastFET
AD8065
bipol.
AD8021



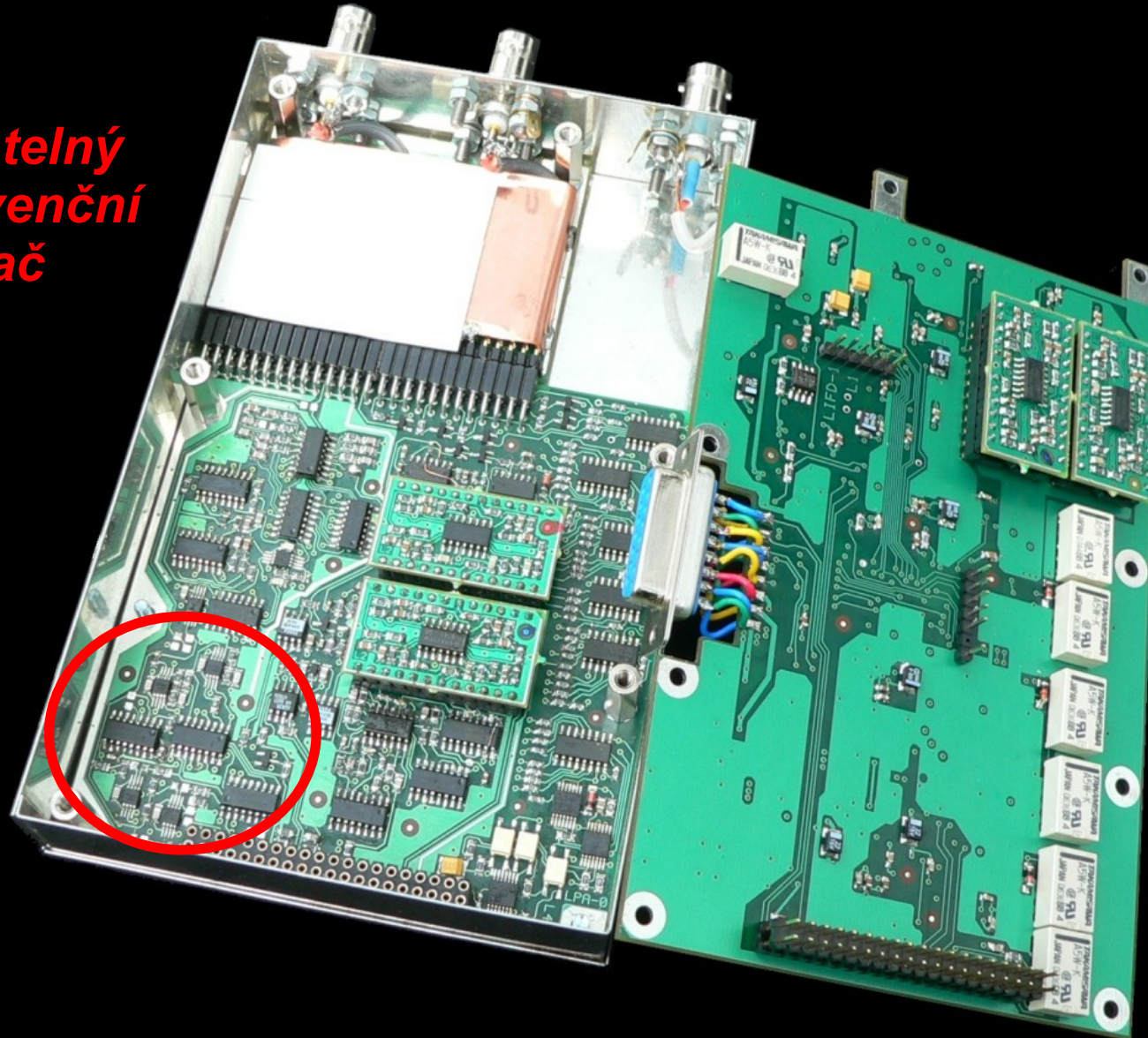
Fotografie – rozebraný díl MF bloku

digitálně
programovatelný
filtr LP, HP



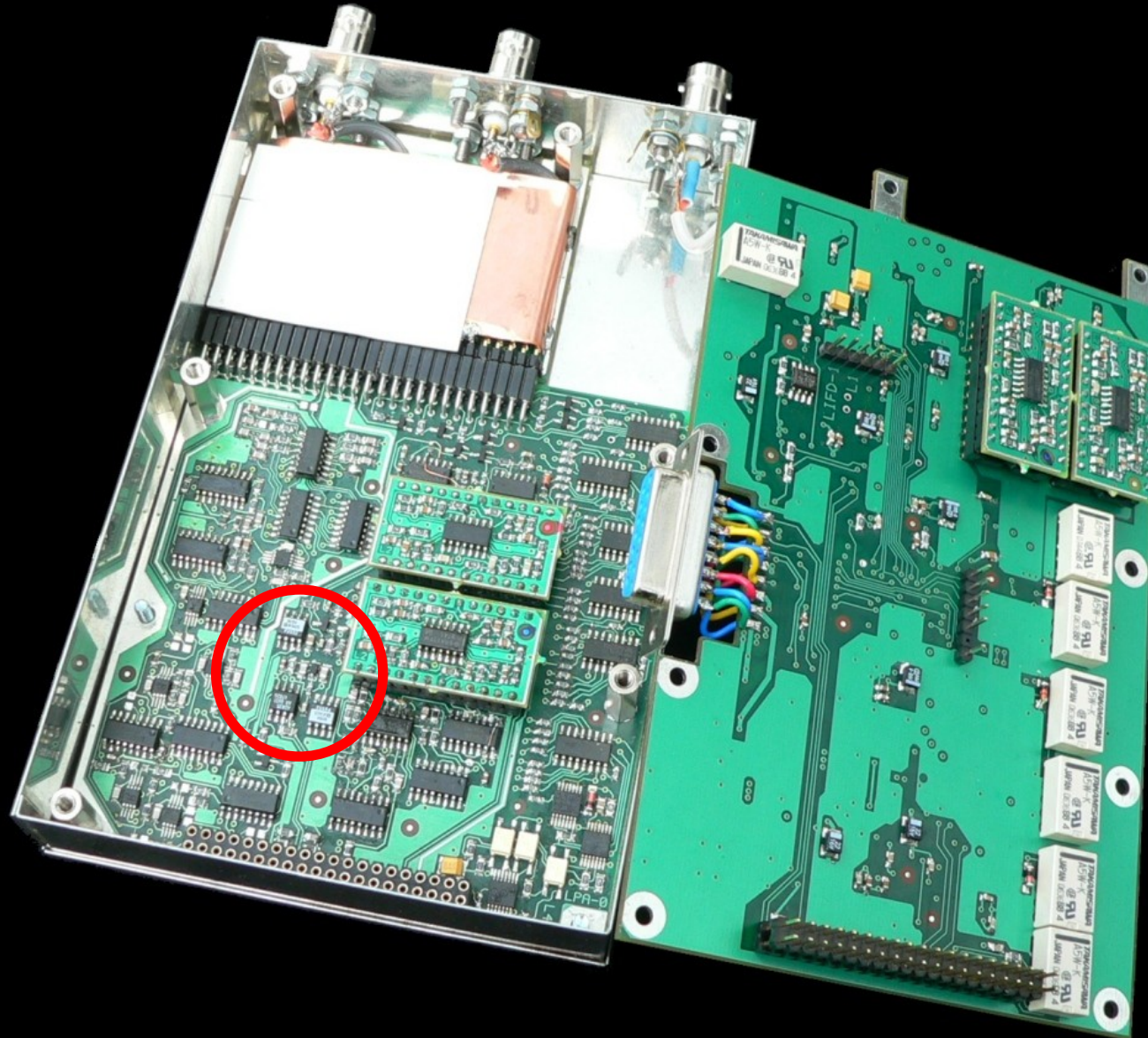
Fotografie – rozebraný díl MF bloku

**digitálně
programovatelný
vysokofrekvenční
předzesilovač**



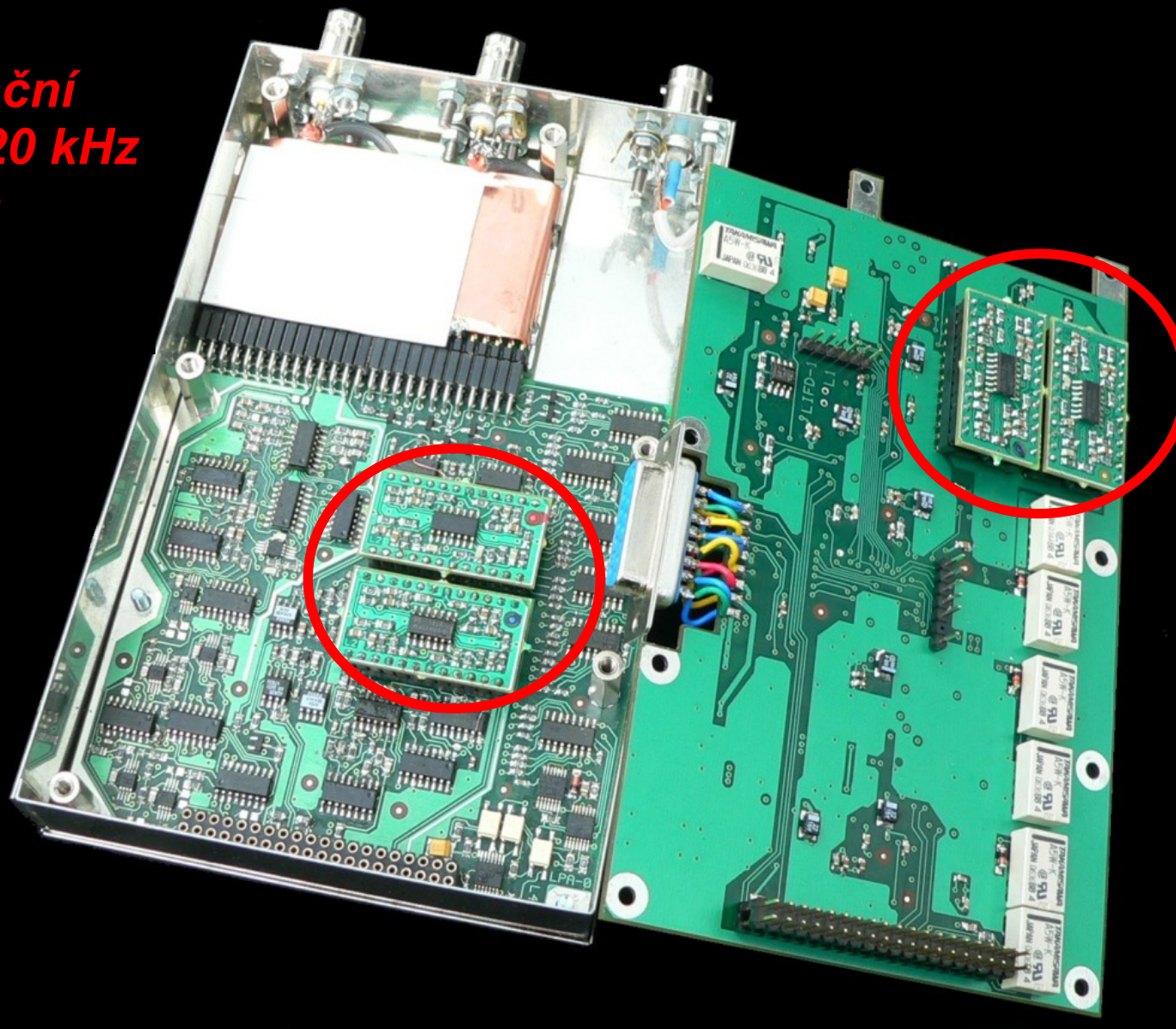
Fotografie – rozebraný díl MF bloku

signálový
směšovač,
oddělovač,
detektor
amplitudy



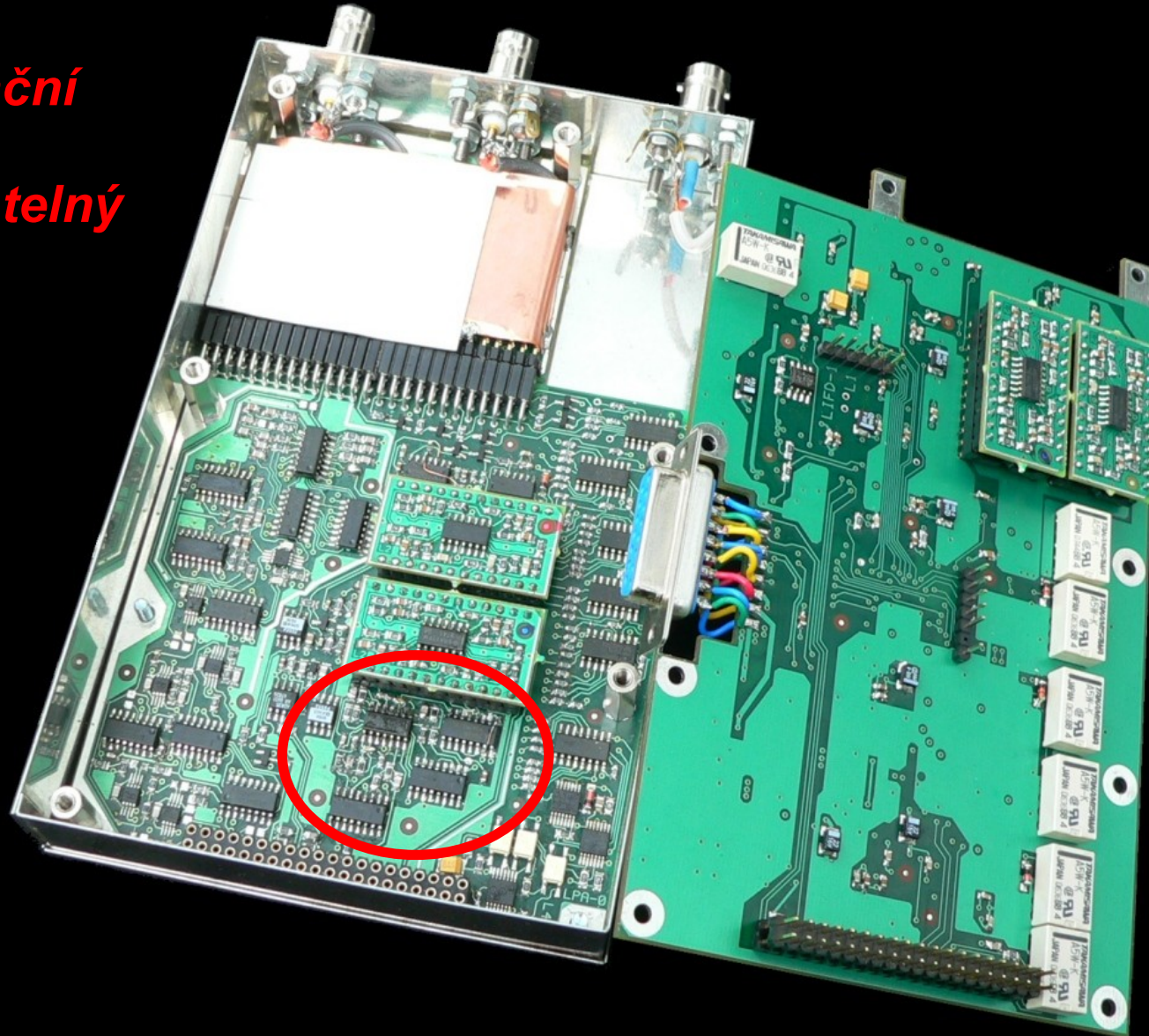
Fotografie – rozebraný díl MF bloku

*mezifrekvenční
filtry 1 kHz, 20 kHz
(signálové a
referenční)*



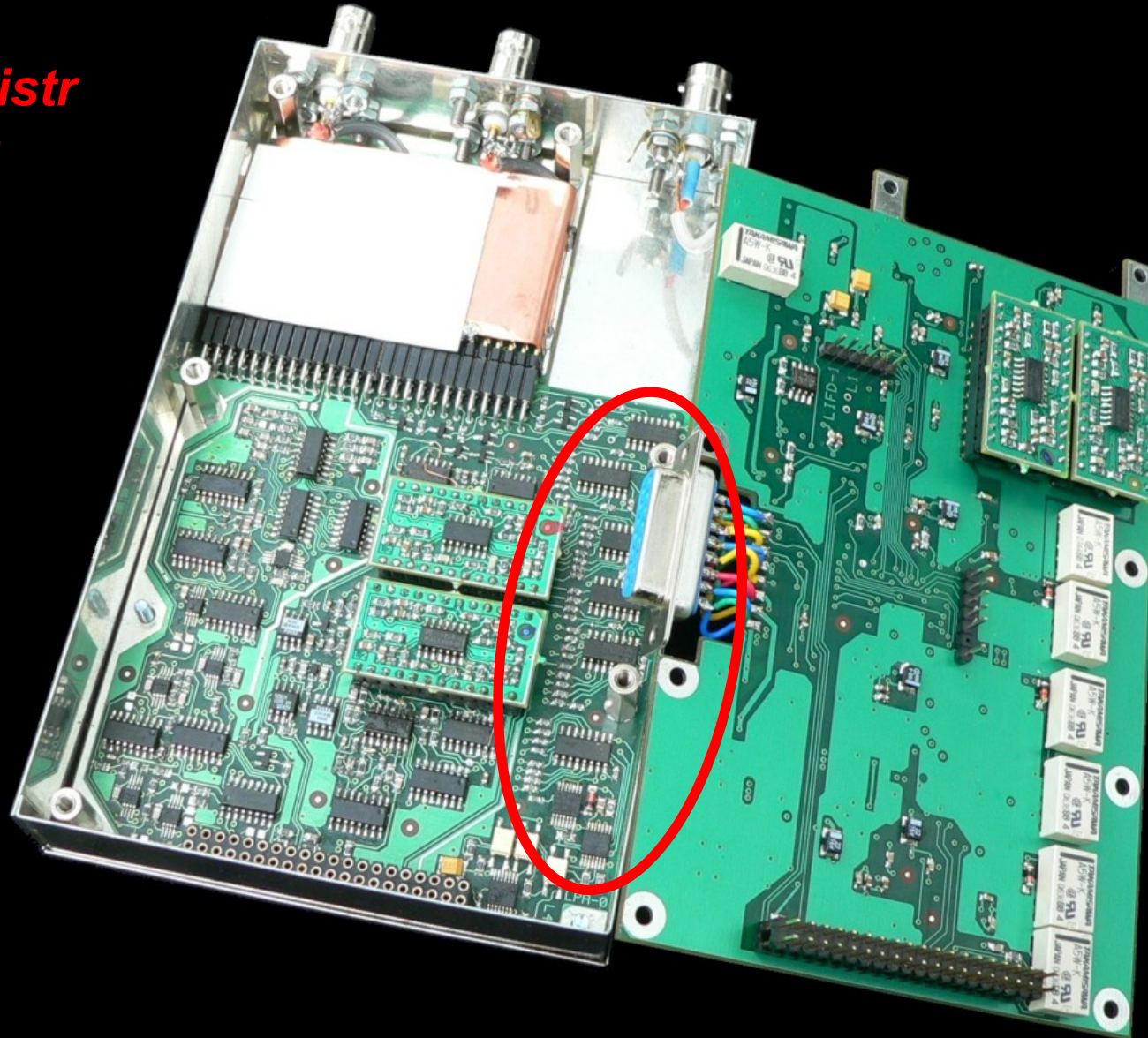
Fotografie – rozebraný díl MF bloku

mezifrekvenční
digitálně
programovatelný
zesilovač
0 až +80dB



Fotografie – rozebraný díl MF bloku

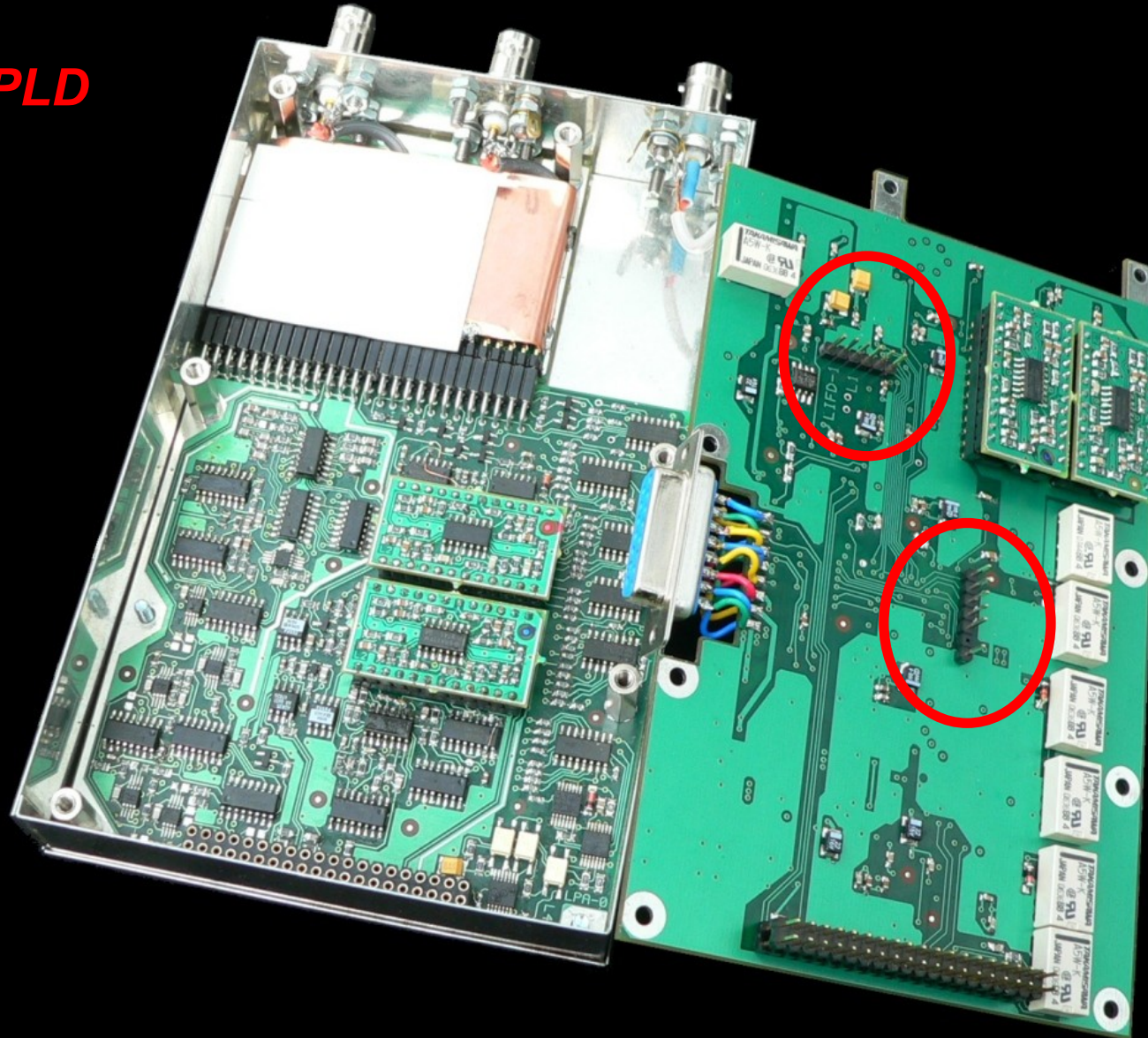
**digitální registr
se sériovým
rozhraním**



Fotografie – rozebraný díl MF bloku

JTAG pro CPLD
(nahore)

ISP pro AVR
(dole)



Fotografie – MF blok

PLL blok pro
konverzi
referenčního
signálu

$M * f_r$

nebo

f_r / N

ADF4001

a

TLC2933A



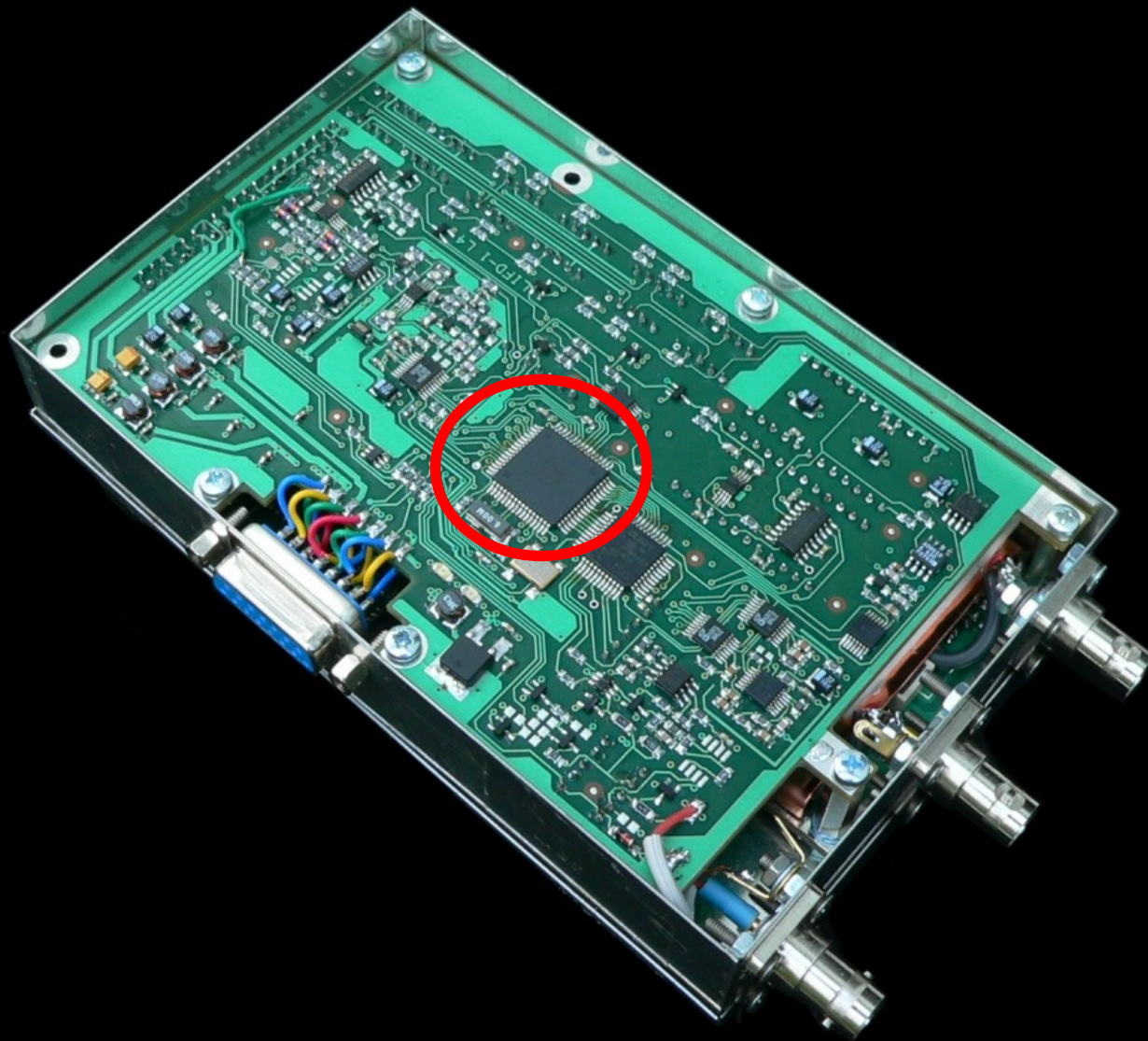
Fotografie – MF blok

CPLD
XC9572XL
čítač
pro měření
referenční
frekvence
s ref.
oscilátorem
50 MHz
(72 MHz)



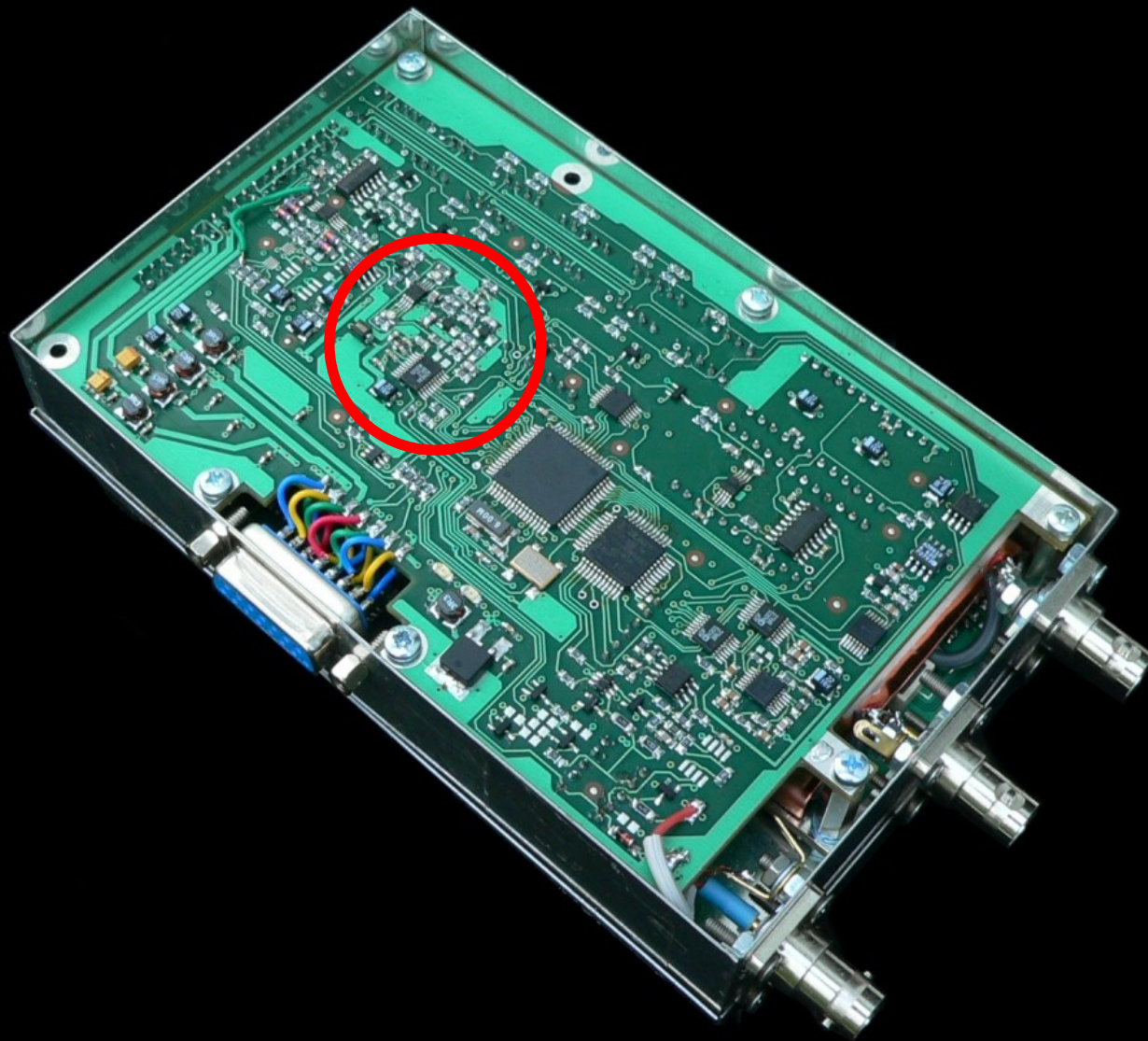
Fotografie – MF blok

**AVR
ATmega128
mikro-
kontrolér
a rezonátor
6 MHz**



Fotografie – MF blok

**DDS AD9834,
RLC filtry,
dif. zesilovač
AD8132**

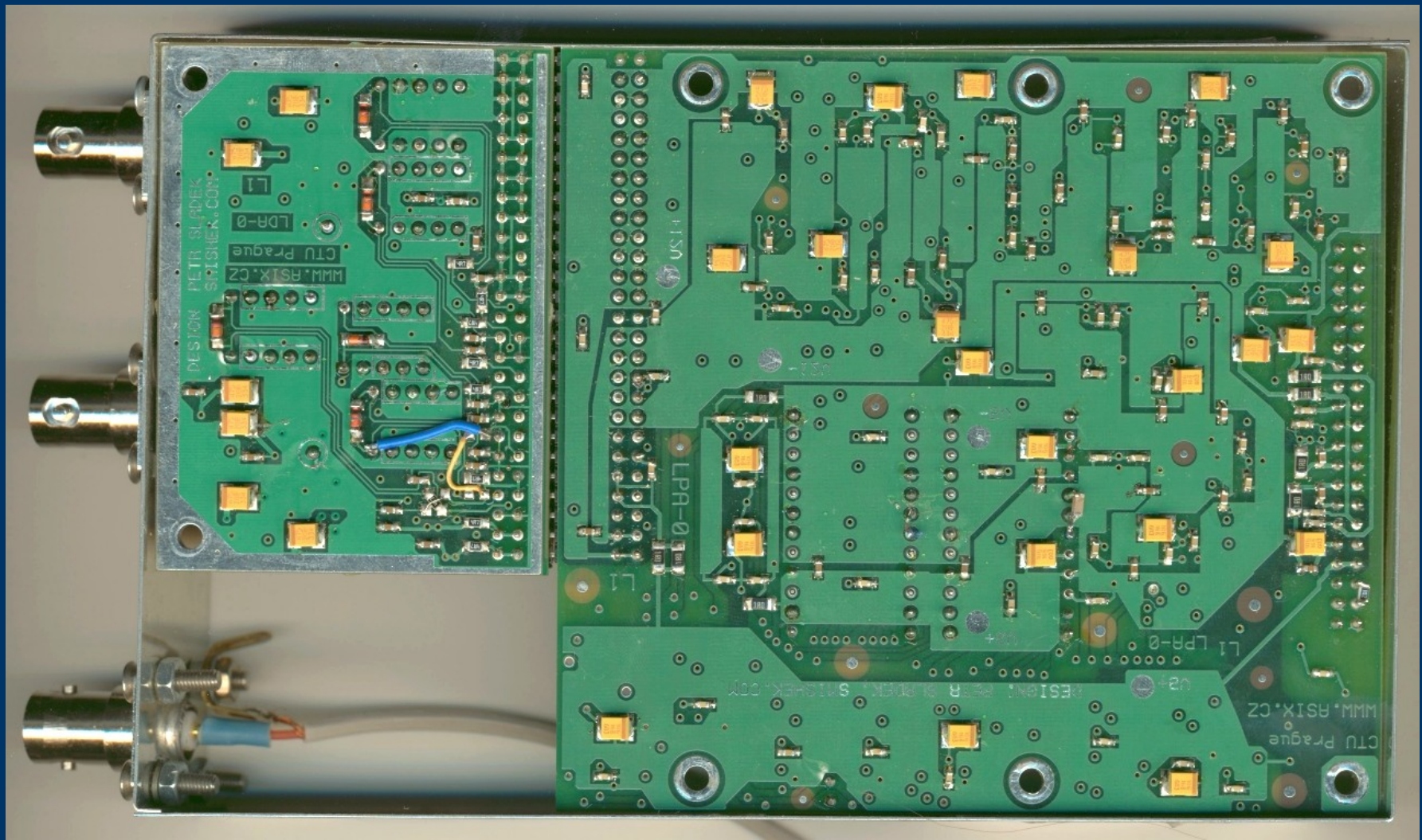


Fotografie – MF blok

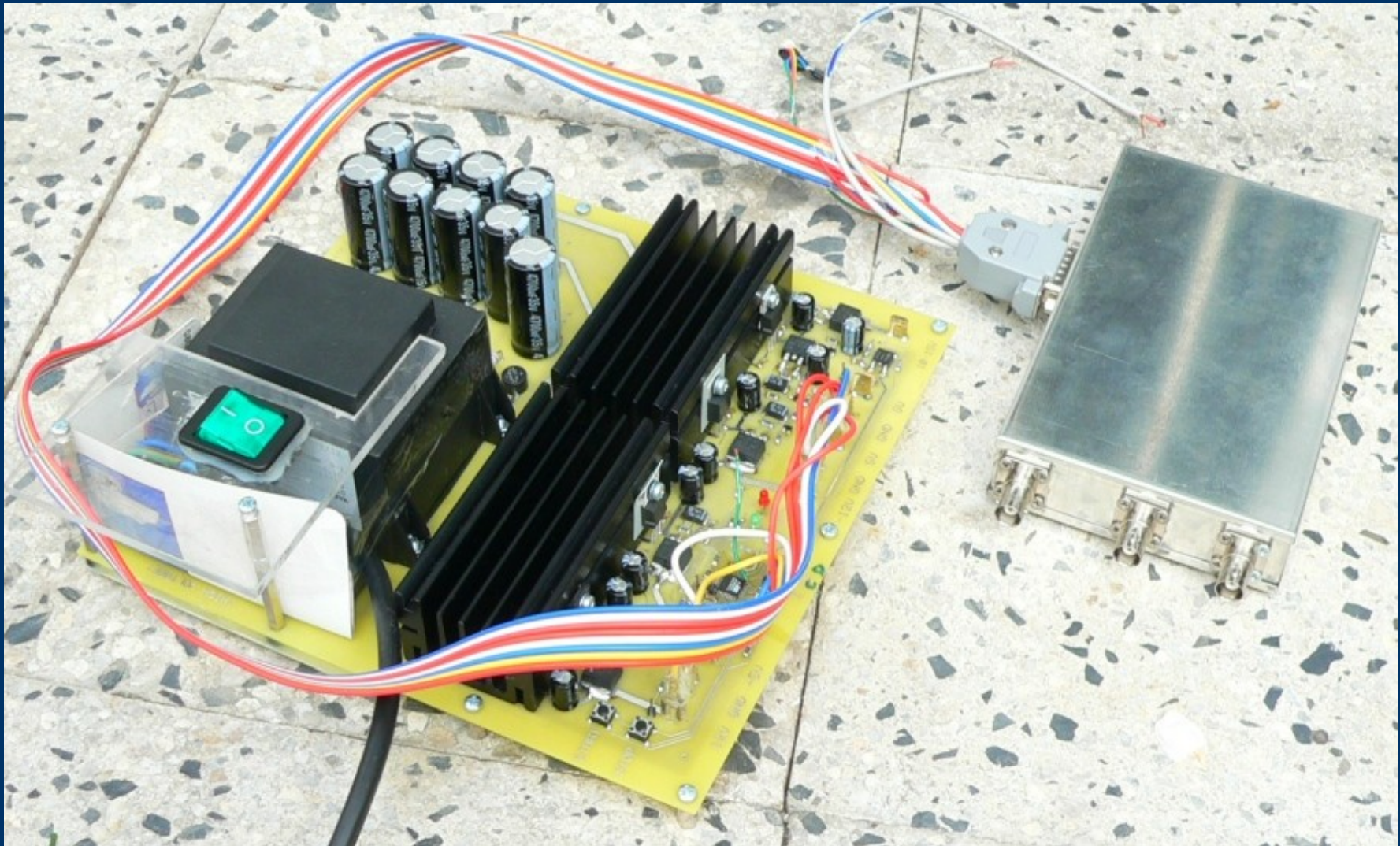
**digitalizace
MF
ADC AD7982
18bit**

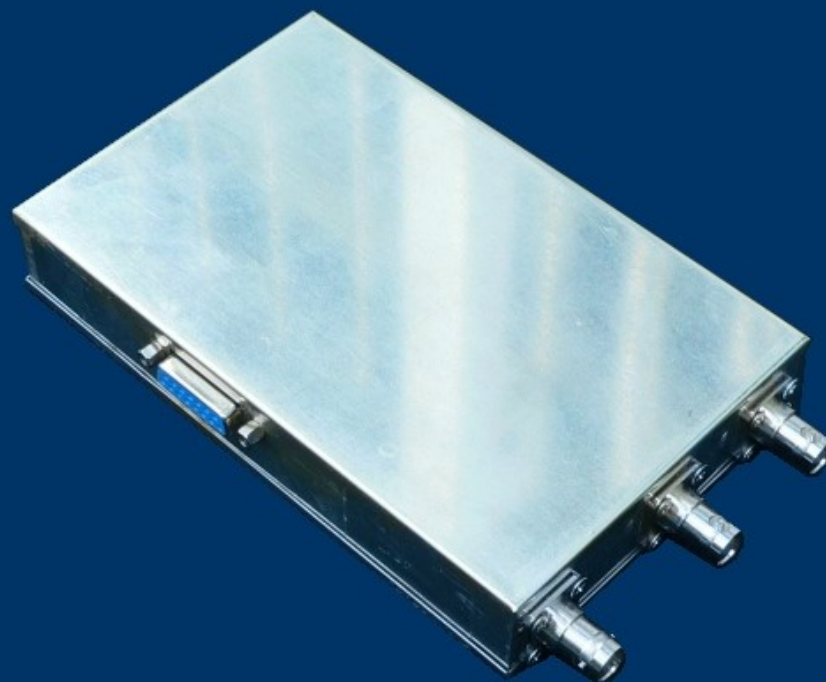


Fotografie – rozvod napájení $\pm 5\text{ V}$, $\pm 12\text{ V}$, digitální 5 V



Fotografie – MF blok s napájecím zdrojem





Děkuji za pozornost.

