



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Inovace a zkvalitnění výuky směřující k rozvoji odborných kompetencí žáků středních škol

CZ.1.07/1.5.00/34.0452

<b>Číslo projektu</b>	CZ.1.07/1.5.00/34.0452
<b>Číslo materiálu</b>	<i>OV_1_26_měření DVB-T s Promax TV Explorer - speciální měření - konstelační diagram QAM soustav a jeho vyhodnocení</i>
<b>Název školy</b>	Střední odborné učiliště elektrotechnické Vejprnická 56 Plzeň
<b>Autor</b>	Martin Holuška
<b>Tematický celek</b>	Odborný výcvik
<b>Ročník</b>	třetí
<b>Datum tvorby</b>	28.5.2013
<b>Anotace</b>	<i>Tento materiál je určen pro 3. ročník studijního oboru Mechanik elektrotechnik, obsahuje jednoduchý test základních znalostí, popřípadě základního názvosloví a praktickou část s měřením a analýzou signálů DVB.</i>
<b>Metodický pokyn</b>	<i>Materiál slouží k výuce v odborném výcviku, zejména osvojení si práce s měřicími přístroji pro analýzu a měření při distribuci vř signálů, zejména televizních a satelitních systémů. Materiál je možné použít také pro obory s obsahem telekomunikační techniky.</i>
Pokud není uvedeno jinak, uvedený materiál je z vlastních zdrojů autora.	

## Test k úloze OV\_1\_26

1. Satelitní vysílání DVB-S využívá modulaci :
  - a) 64-QAM
  - b) QPSK
  - c) 256-QAM
  
2. Ve standardu DVB-T v módu 8k je celkový počet nosných :
  - a) 8000
  - b) 4
  - c) 6817
  
3. Nejvyšší úroveň protichybového zabezpečení poskytuje poměr :
  - a)  $1/2$
  - b)  $3/4$
  - c)  $7/8$
  
4. Jeden televizní kanál má v DVB kmitočtovou šíři :
  - a) 8 MHz
  - b) 4 MHz
  - c) 16 MHz
  
5. Pro HD vysílání se uvažuje s využitím kompresního formátu :
  - a) MPEG-2
  - b) MPEG-4
  - c) JPEG

Klíč : 1b; 2c; 3a; 4a; 5b

## Úvod

Konstelační diagram slouží pro analýzu signálových složek I a Q a zobrazení koncových bodů vektorů (amplituda a fáze) při digitálních modulacích typů PSK a QAM. U DVB-T (užívá se QAM modulace každé nosné v COFDM) máme možnost sledovat konstelační diagramy jednotlivých vybraných nosných. Výhodou tohoto grafického zobrazení je schopnost odhalit různé chyby modulace, ať již je to amplitudová nerovnováha, kvadrurní chyba (chyba ortogonality), fázový jitter (neklid), nelinearita, šum nebo fázová chyba atd. Je možné zjistit také chyby, jako přeslechy mezi složkami I a Q, zkreslení vlivem fázového šumu oscilátorů, průnikem nosné atd. Tato další speciální měření jsou prováděna na vysílací straně a pro nás nejsou tak důležitá. Tyto vady se projevují změnou polohy bodů z jejich optimální polohy (ve středu buněk konstelační mříže), jejich neklidem i rozšířením (vlivem šumu) nebo sklonem všech bodů v konstelačním diagramu (trapézové sklonění = fázová chyba). Použití konstelačního diagramu je však omezeno šumem, při slabších úrovních vstupního signálu již nelze rozlišit správné umístění jednotlivých bodů, neboť se jejich šíře se šumem zvětšuje (degradace šumem, ovlivňujícím polohu bodů vektorů, vznikají tzv. shluky bodů).

Konfigurace přístroje Promax TV Explorer pro měření konstelačního diagramu :

- přivedeme na vstup přístroje signál DVB-T kanálu s modulací COFDM. Po jeho identifikaci a základnímu měření aktivujeme menu UTILITIES (stlačením tlačítka se symbolem ozubených kol, pod číslem 8) a rotačním ovladačem přejdeme na položku CONSTELLATION a stiskneme jej. Nyní se na obrazovce objeví konstelační diagram s identifikací základních parametrů signálu – modulace, kmitočet, kanál, číslo právě zobrazované nosné (CARRIER) a typ nosné (DATA nebo PILOT – datová nebo referenční nosná). Pomocí rotačního ovladače a tlačítek kurzorů se můžeme pohybovat v nabídce a změnit kanál, frekvenci (jemné ladění), popřípadě číslo nosné v COFDM, jejíž konstelační diagram chceme zobrazit.

- k dispozici jsou tyto pomocné funkce :

DECAY – doznívání (dosvit) bodů (obnovování) na obrazovce, nastavitelné v rozsahu od 0 do 16.

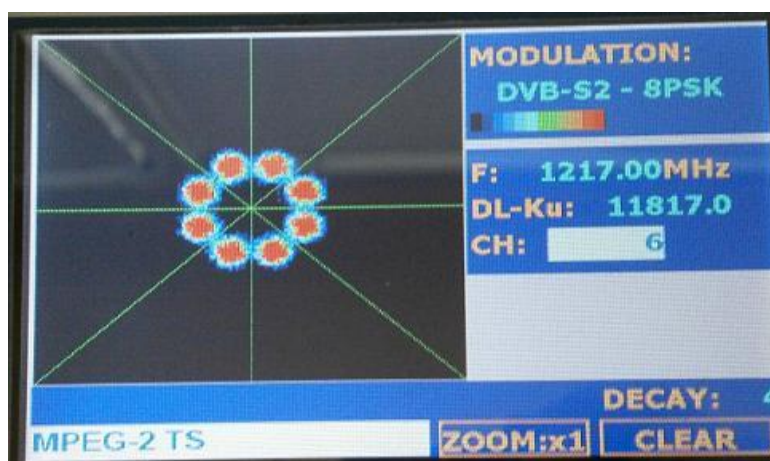
ZOOM – zvětšení grafu konstelačního diagramu v určitém kvadrantu pro podrobnější zobrazení. S pomocí funkce SCROLL je možné lupu posouvat po celé ploše obrazovky pomocí tlačítek kurzorů.

CLEAR – vyčištění, resetování grafického zobrazení.

SHARP – zvýšení ostrosti zobrazení.



Konstelační diagram modulace 64-QAM nosné číslo 87 (datová nosná)



Konstelační diagram modulace 8-PSK, používané u satelitního DVB-S2 vysílání

## Úloha

- nakonfigurujte přístroj pro měření v síti DVB-T
- proveďte měření konstelačního diagramu DVB vysílání na 34 kanálu na výstupu antény (není použit anténní předzesilovač)
- poté proveďte měření konstelačního diagramu na výstupu kanálového konvertoru 34k/12k, programovatelného zesilovače, pásmového zesilovače a kanálového zesilovače 34 k.
- sledujte nosné číslo 1652, 3718 a 5784.
- vyhodnoťte, zda nedochází k fázovému zkreslení, popřípadě jinému znehodnocení optimální polohy koncových bodů vektorů na těchto referenčních nosných.
- proveďte také krajní nosné (horního i spodního okraje kanálu), zda nedochází ke zkreslení například vlivem nesprávného sladění kanálového zesilovače a jeho omezování na okrajích kanálu.
- v závěru proveďte soupis prověřovaných aktivních prvků (výrobce, typ) a vyhodnocení konstelačního diagramu u každého prvku.