

# Neuronale Netze

und die Künstliche Intelligenz

Gerald Nickel



# Agenda

## Künstliche Intelligenz

- Begriffsdefinitionen

## „Your network is talking – LISTEN!“

- Woher kommen die Daten zur Netzoptimierung
- PNM – Proactive Network Maintenance

## Technetix Neuron-X

- Verstärker Anpassung und Fernsteuerung

# Begriffe

- **Traditionelles Computing**

Systeme mit regelbasierende Programmierung

- **Artificial Computing**

Systeme die menschliche Intelligenz nachahmen

- **Weak AI auch Generative AI:**

**Kann viele Aufgaben erledigen, aber noch nicht selbstständig lernen**

Text basierend: SIRI, ALEXA, Deepseek, ChatGPT

Bilderkennung: GoogleLens (Foto), AmazonLens

Autonomes Fahren: Tesla Autopilot, WAYMO

- **Strong AI:**

**Kann sich wie ein menschliches Gehirn weiterentwickeln**

Bekannt aus Film en: TERMINATOR, WALL-E, Agent-Smith „Matrix“

Erkläre mir mit einfachen Worten AI



Künstliche Intelligenz (AI) ist wie ein kluger Computer, der lernen kann, Aufgaben zu erledigen, die normalerweise menschliches Denken erfordern. Stell dir vor, du hast einen Roboterfreund, der aus Erfahrungen lernt und sich verbessert, je mehr er übt. AI kann zum Beispiel Sprachen verstehen, Bilder erkennen, Entscheidungen treffen und sogar Autos selbstständig fahren lassen. Es ist wie Magie, aber basierend auf Mathematik und Daten!

# Traditional AI vs. Generative AI (Teil von Gen AI)

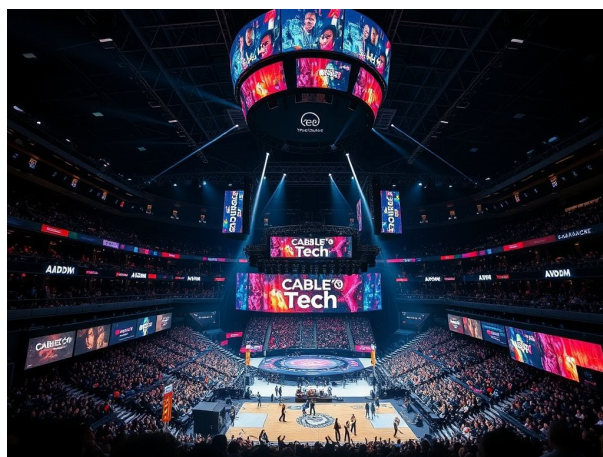
## Traditional Machine Learning (statistical):

- folgt vorbestimmten Regeln und Mustern (Computer Schach)
- Es gibt keine selbstständige Optimierung

## Deep Learning Models:

- Neuronale Netze sind rechenintensiv und benötigen spezielle Hardware (GPU) oder Tensor-PU(TPU). Dadurch können Muster besser erkannt und Beziehung erstellt werden.
- Ist im Prinzip eine hochspezialisierte Weak-AI
- Generative AI kann selbstständig Inhalte und „Kunstwerke“ erstellen: Bilder, Musik, Sprachübersetzungen – aber diese nicht interpretieren,

# Beispiele generative AI



Quelle „Stable Diffusion“



Quelle „X“ (vormals Twitter)

# Ihr Netzwerk „quasselt“

## Welche Anwendungen profitieren von AI

- **Netzwerk Optimierungen**
- **Fehler Eingrenzungen**
- **Schutz der bestehenden Infrastruktur**

## Wie hilft uns AI?

- **Verarbeitung massiver Daten (Kabelmodem und CMTS Statistiken)**
- **Berechnungen von Trends**
- **Netzoptimierung für den idealen Arbeitspunkt der Modems**

# Netzwerk Management Tools

## PNM Proactive Network Maintenance (est. 2010)

- (Micro-) Reflektion
- Konstellations Diagramm
- Fehlerkorrektur (FEC)
- Empfangs MER (RxMER)
- Spektrum Analyse

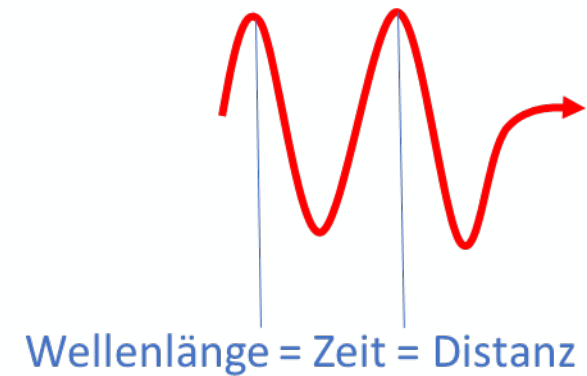


CableLabs: PNM Best Practices Guide  
CM-GL-PNM-HFC-V0 1-24 1220

# Netzwerk Management Tools

## Fehlanpassung

- (Micro-) Reflektion
- Echos
- Stehende Wellen (amplitude ripple)

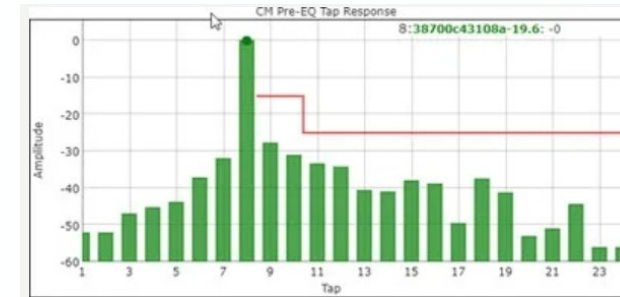




# Netzwerk Management Tools

## Digital Tap (Equalizer) im Upstream

- Verzögerung abhängig von der Symbolrate
- Tap 1-7 sind Gruppenlaufzeit
- Tap 8 ist der Main Tap
- Tap 9-24 sind Microreflection von einer Impedanz-Fehlanpassung
- 6,4MHz UpStream -Channel = ca. 13m /Tap



# Viele Daten & viel Mathematik

EuroDOCSIS 3.0 Upstream 6,4MHz

5,12Msym /s = 195,3ns/symbol

Tap Abstand = 195,3ns/2 = 97,7ns

Baumarkt-SAT-Kabel = 88% Velocity of Propagation

Signalausbreitung im Kabel = 300m/μs \* 0,88 = 0,264m/ns

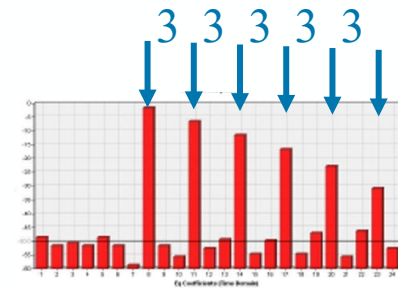


Beispiel:

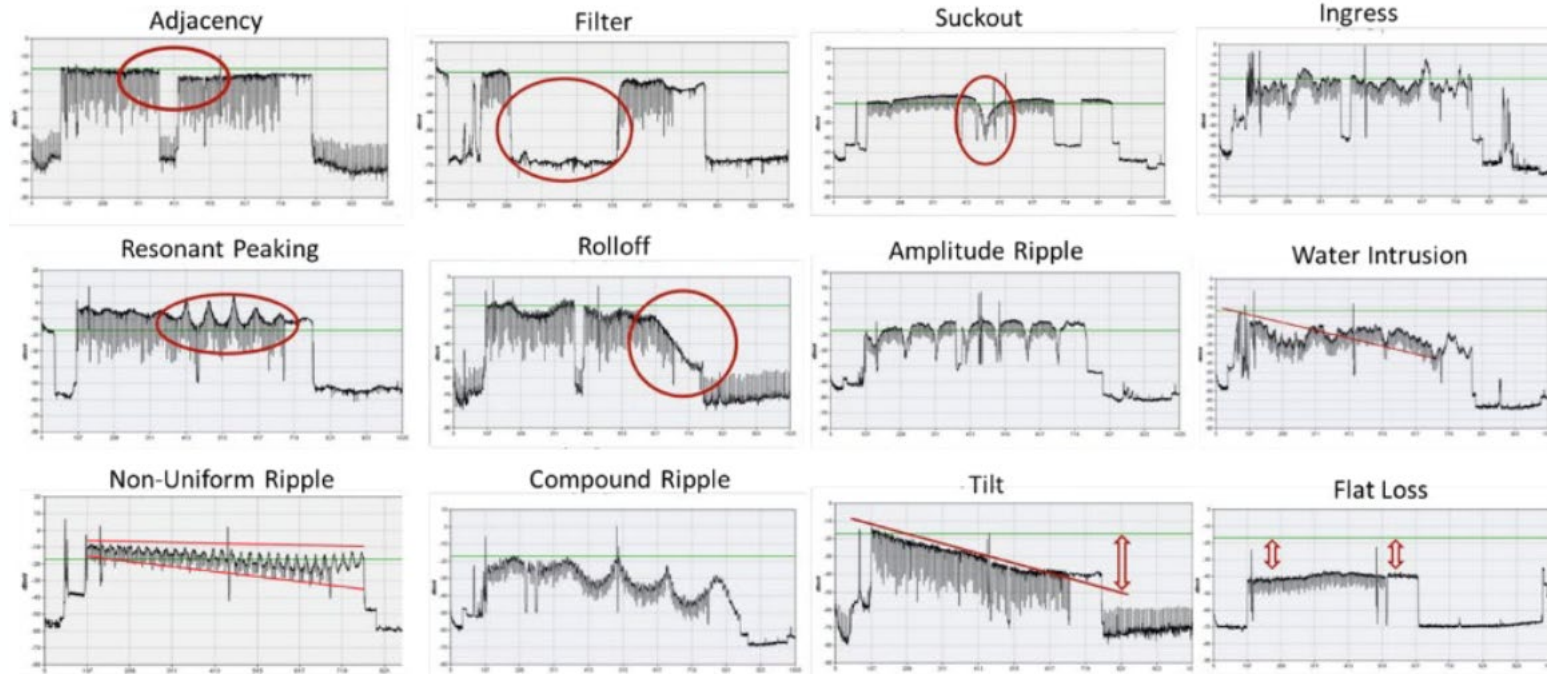
3 Tap Fehler

Distanz = (Signalgeschw. \* Tap-Abstand \* Anzahl der Taps) / 2

$$0,264 * 97,7 * 3 / 2 = \underline{38,7m}$$



# Netzwerk Fehler an Hand des DS-Spektrums



Quelle SCTE: PNM Methods and Practices in HFC Networks

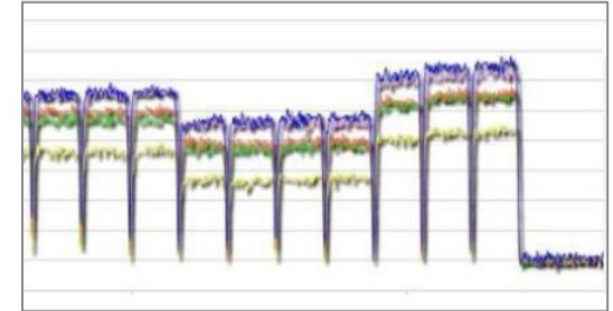
**CableLabs: PNM Best Practices Guide**  
CM-GL-PNM-HFC-V0 1-24 1220



# Netzwerk Fehler die zu beheben sind (1)

## Nachbarkanal Pegelunterschiede

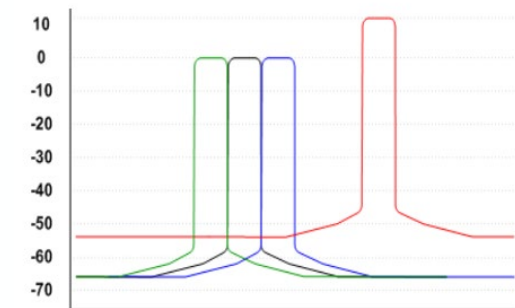
- BC und NC Combining okay?
- DVB-C Modulatoren „drift“ beachten



Quelle SCTE: PNM Methods and Practices in HFC Networks

## Problem :

- Schlechte MER im Nachbarkanal
- Dekoder-Probleme bei zu hohen Pegelunterschied

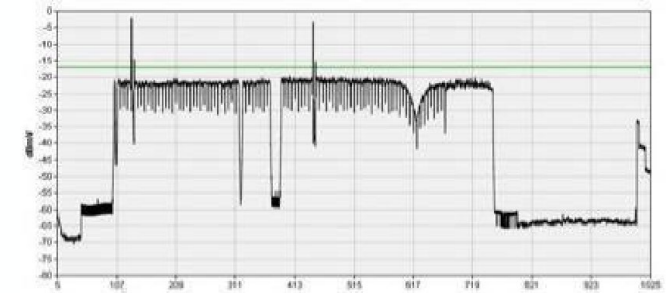


Quelle SCTE: PNM Methods and Practices in HFC Networks

## Netzwerk Fehler die zu beheben sind (2)

### Suckout

- Lose Innenleitschrauben?
- Zu langer Innenleiter der Armatur?
- Lose Deckel von Verstärker oder Abzweiger?
- Bambus Kabel (550 & 1.100MHz)?



Quelle SCTE:PNM Methods and Practices in HFC Networks

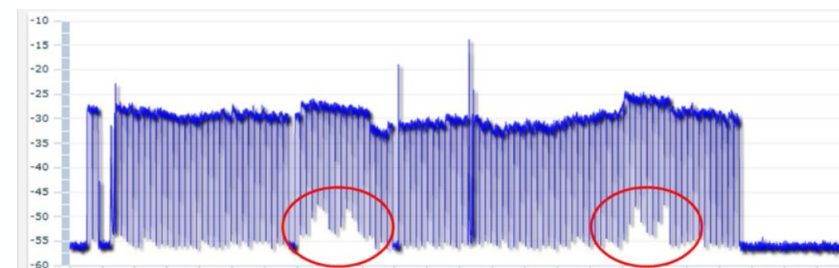
### Problemursache:

- Impedanz-Anpassungs-Problem

# Netzwerk Fehler die zu beheben sind (3)

## Ingress

- Sind die bekannten Frequenzen ersichtlich?
- Konstantes oder sporadisches Auftreten?



Quelle SCTE:PNM Methods and Practices in HFC Networks

## Problem :

- Schlechte MER im Downstream

Dienste	Frequenzen in MHz
DAB+	174-230
BOS (TETRA)	380-400
ISM (lizenzfrei)	433
Argonet	450-465
DVB-T/T2	470-694
Mobilfunk 4G/5G	695-790
Mobilfunk 4G/5G	790-862

Quelle RTR: Frequenz Spektrum

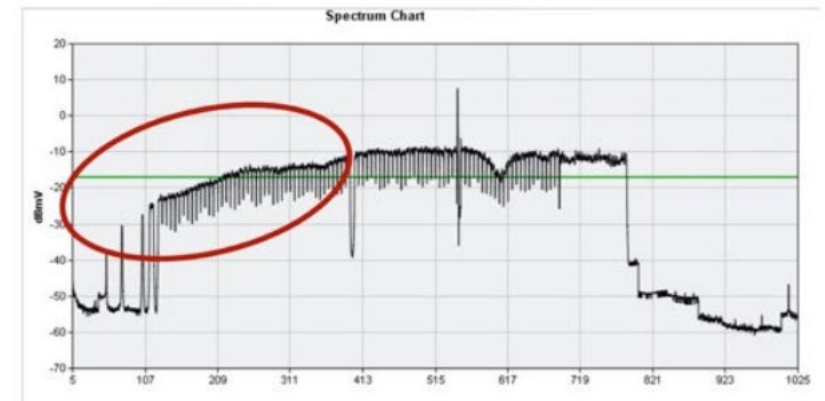
# Netzwerk Fehler die zu beheben sind (4)

## Loser Innenleiter

- Hat der Innenleiter keinen Kontakt?
- Ist er durch Kälte aus der Armatur „ausgezogen worden“?

## Problem :

- Nur mehr kapazitive Kopplung
- Rolloff bei niedrigen Frequenzen

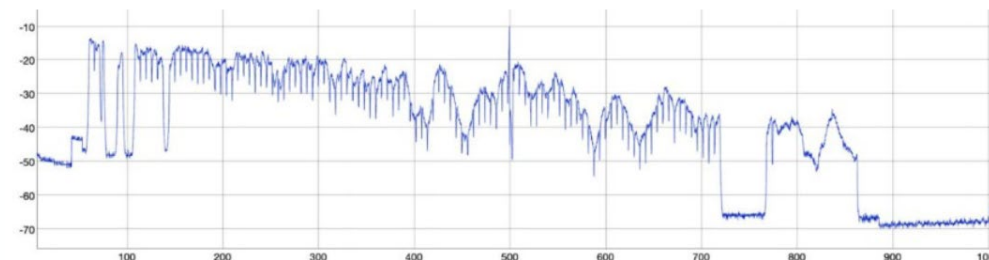


Quelle SCTE: PNM Methods and Practices in HFC Networks

# Netzwerk Fehler die zu beheben sind (5)

## Wasser im Kabel

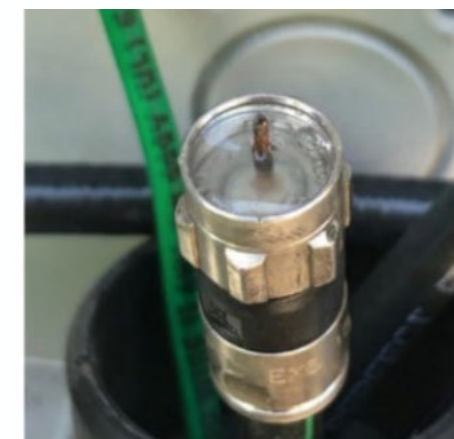
- Ist der Mantel beschädigt?
- Sind die Armaturen wasserdicht?



Quelle SCTE: PNM Methods and Practices in HFC Networks

## Problem :

- Hohe Dämpfung bei hohen Frequenzen
- Unregelmässige Welligkeit
- Rückweg manchmal mit guten Werten





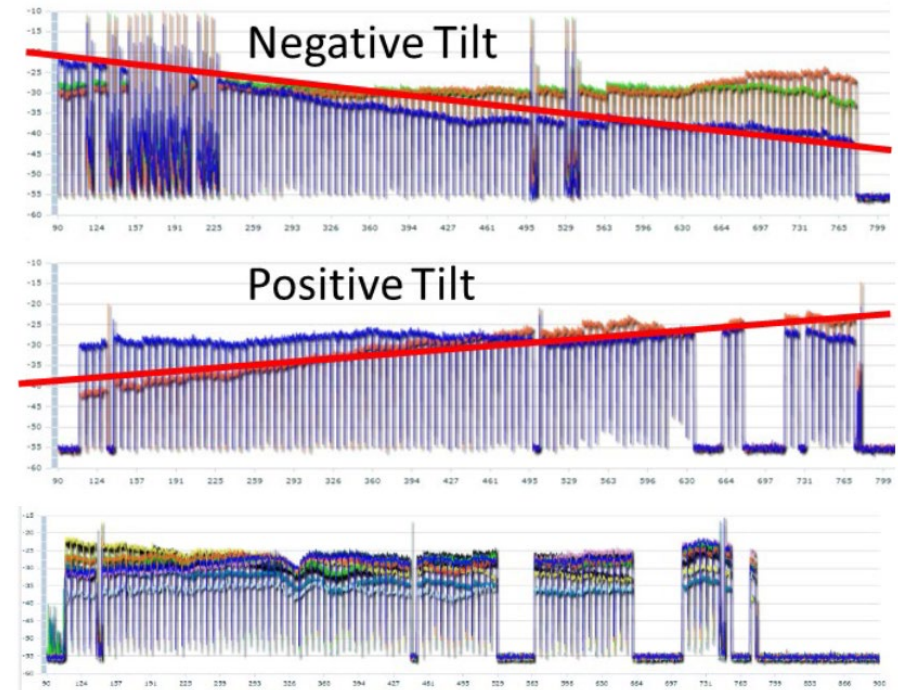
# Netzwerk Fehler die zu beheben sind (6)

## Zu viel Schräglage

- **Positiv:** zu knapp am Verstärker
- **Negativ:** zu weit weg vom Verstärker

## Problem :

- **Endgeräte funktionieren nicht korrekt**
- **Summen HF-Last wird zu gross**

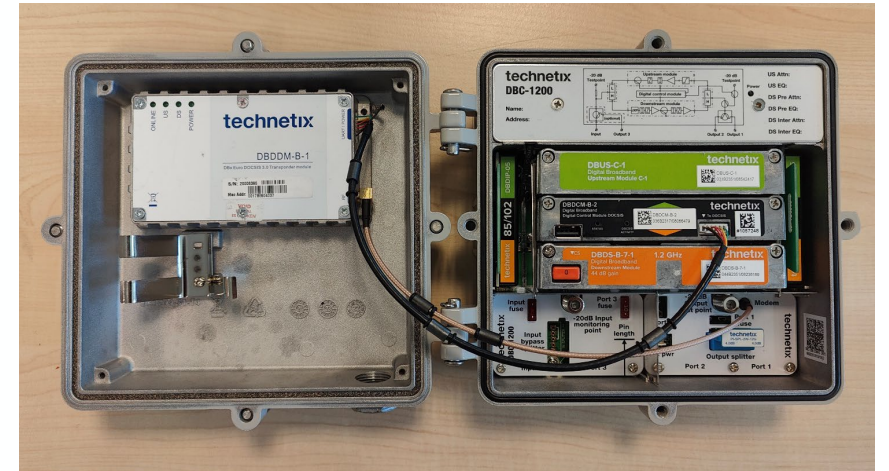


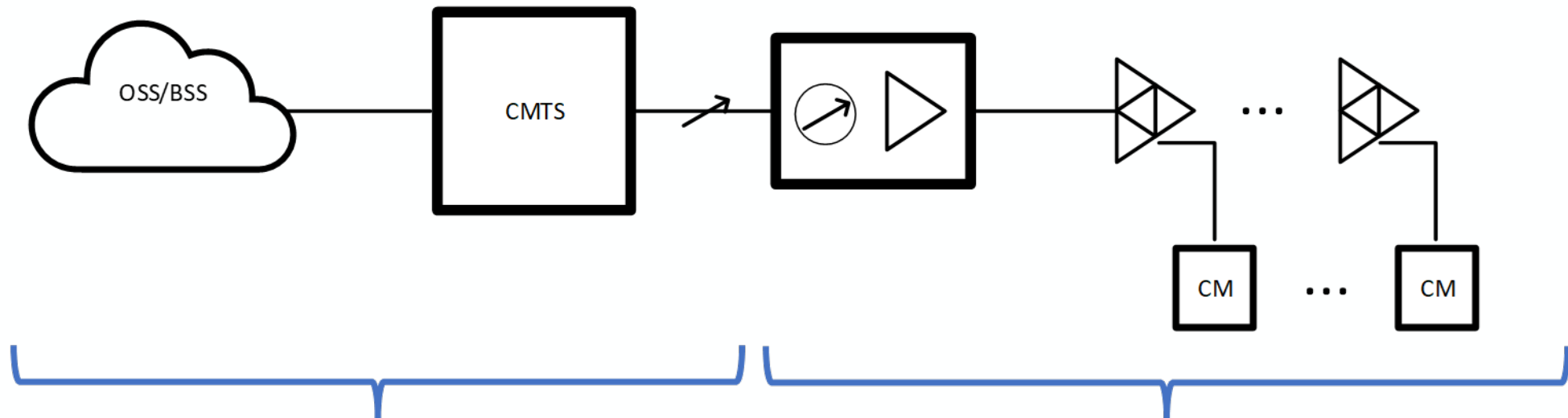
Quelle SCTE:PNM Methods and Practices in HFC Networks

# Netzwerk Management Tools

Wie kann auf diese Fehler eingegangen werden?

- **Transponder in Verstärker**
  - DOCSIS 3.0 Transponder
    - Hoher Stromverbrauch
    - Hohe Kosten
  - Neuron X Transponder
    - Geringer Stromverbrauch: <1W
    - Robuste DS/US Kommunikation
      - LoRa WAN via FSK
    - SCTE conform





- Kann jede CMTS anpassen
- OFDM channel Einstellungen & Empfehlungen
- Hoch skalierbare data collection (CM&CMTS)
- Kapazitäts-Management

- Modem und Netzstabilität
- Ingress Erkennung und Schadensbegrenzung
- Verstärker Abgleich und Optimierung
- Performance Optimierung (Speed, Latenz, Jitter)
- Stromverbrauchs Reduktion

# neuronX

AI empowered networks



COMMScope®

harmonic

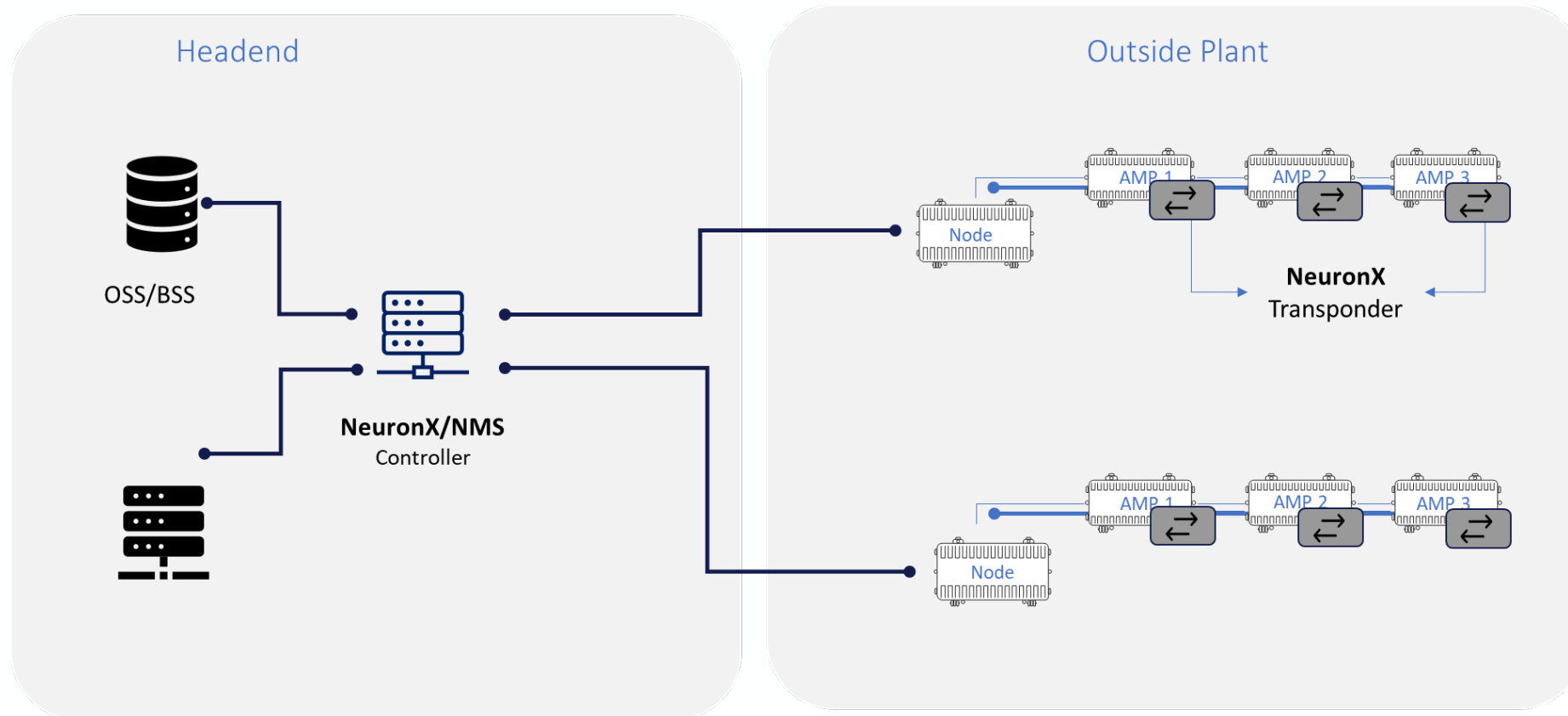


BROADCOM®



COMMScope®

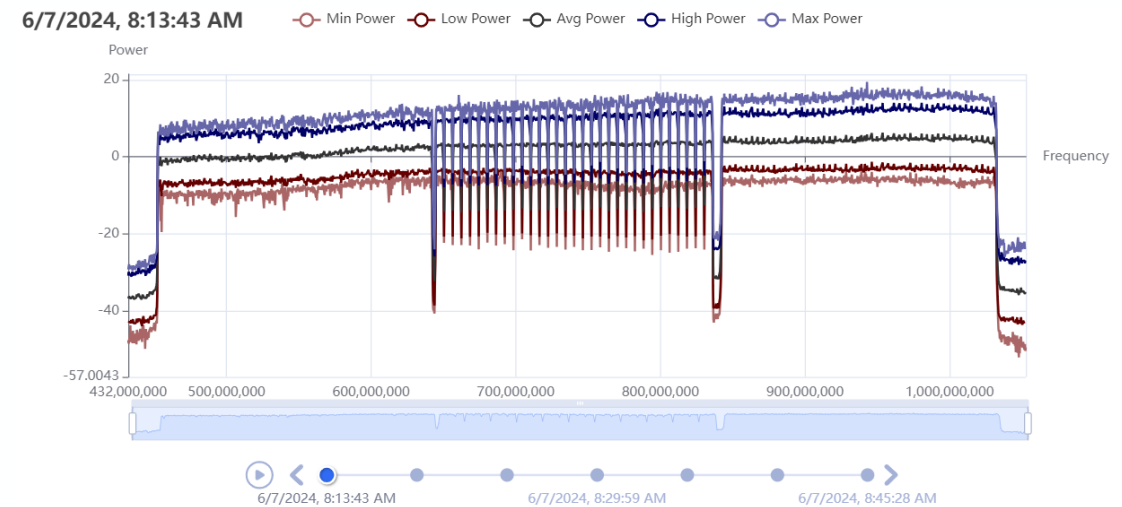
# Kommunikations - Pfade



# Automatische Pegelanpassung der Verstärker

## Schritt für Schritt Anpassung

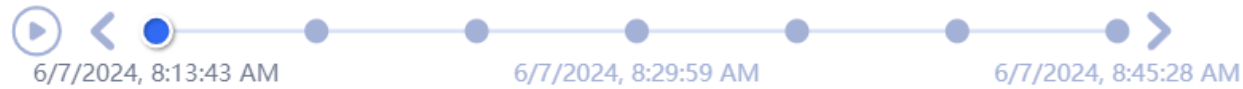
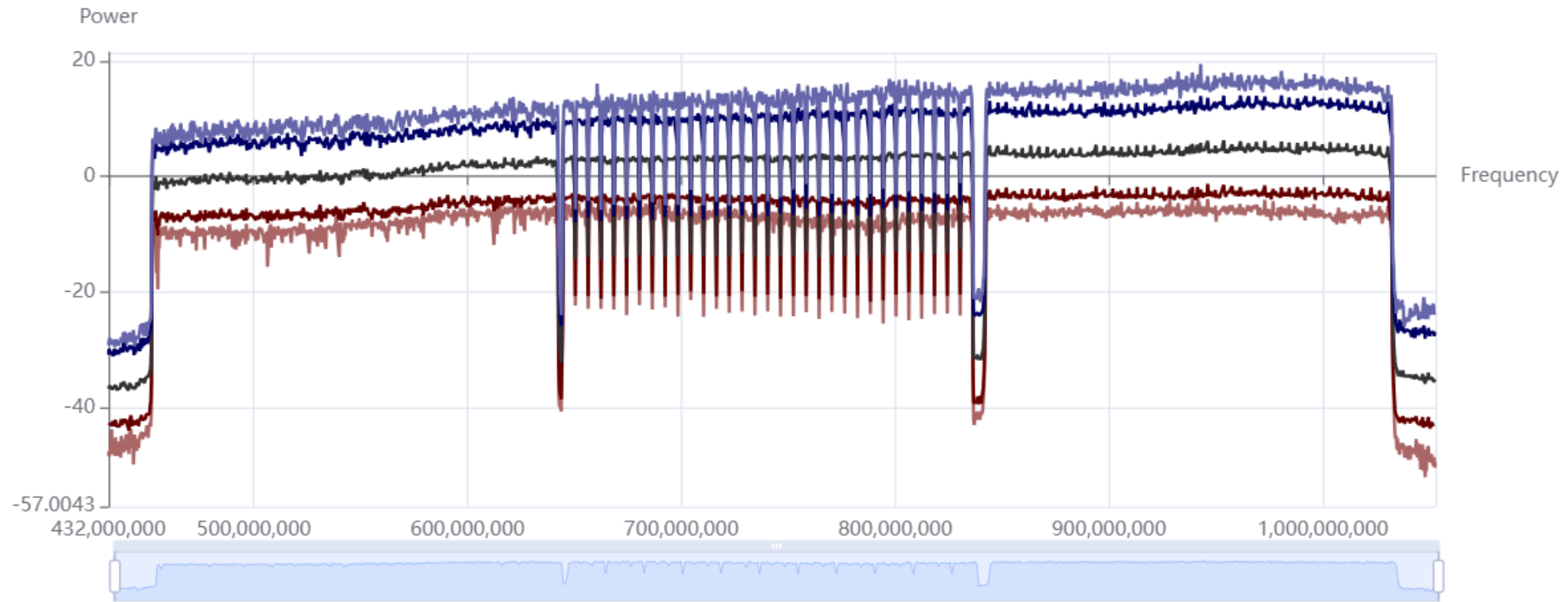
- Optimierung der Pegel und Schräglagen der Verstärker
- Ziel -> Alle Modem 0 dBm V
- Ziel -> Low-Power Mode für die meisten Verstärker



# Automatische Pegelanpassung der Verstärker – Step 1

6/7/2024, 8:13:43 AM

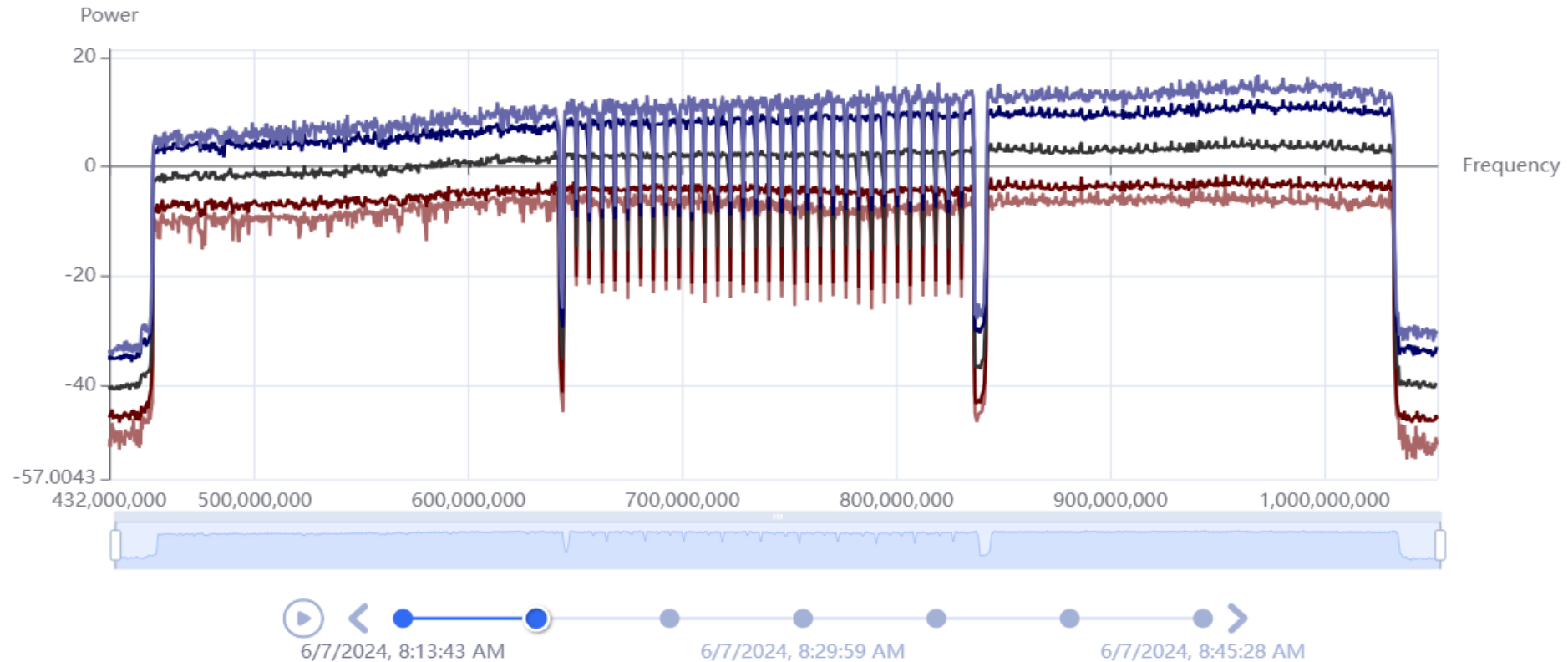
Min Power Low Power Avg Power High Power Max Power



# Automatische Pegelanpassung der Verstärker – Step 2

6/7/2024, 8:19:34 AM

Min Power Low Power Avg Power High Power Max Power

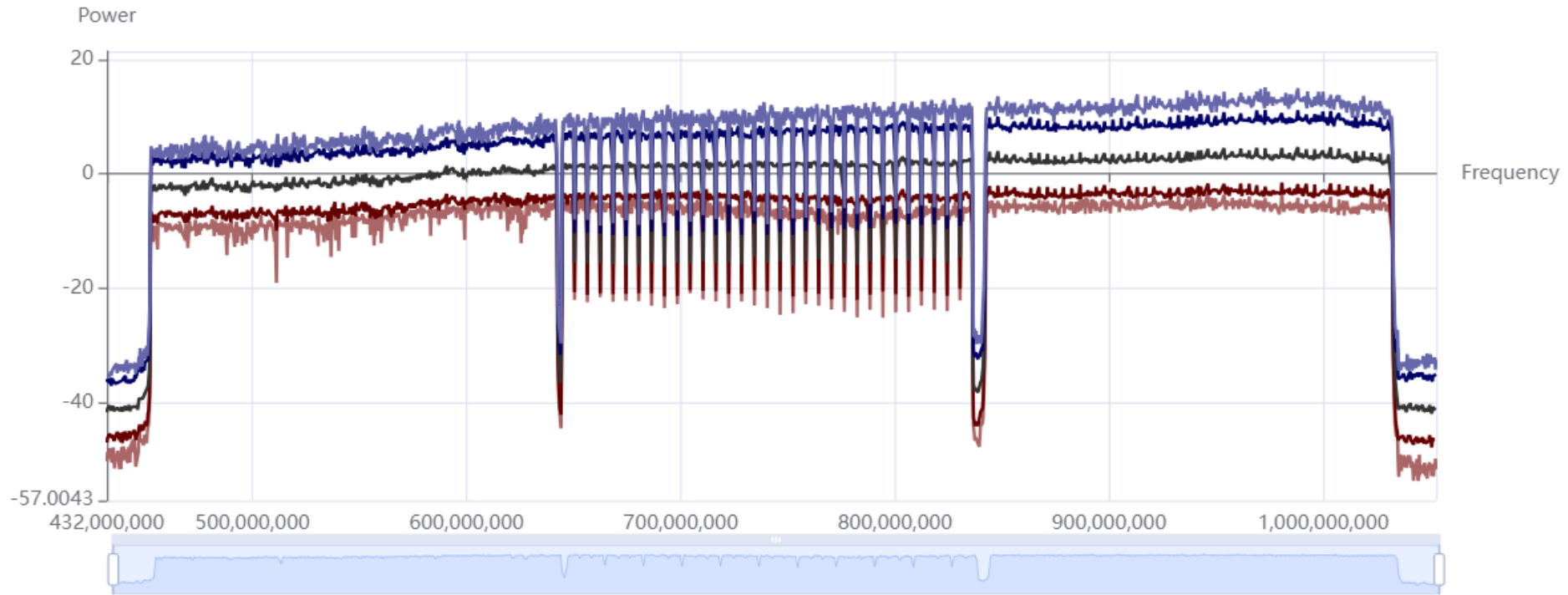




# Automatische Pegelanpassung der Verstärker – Step 3

6/7/2024, 8:24:49 AM

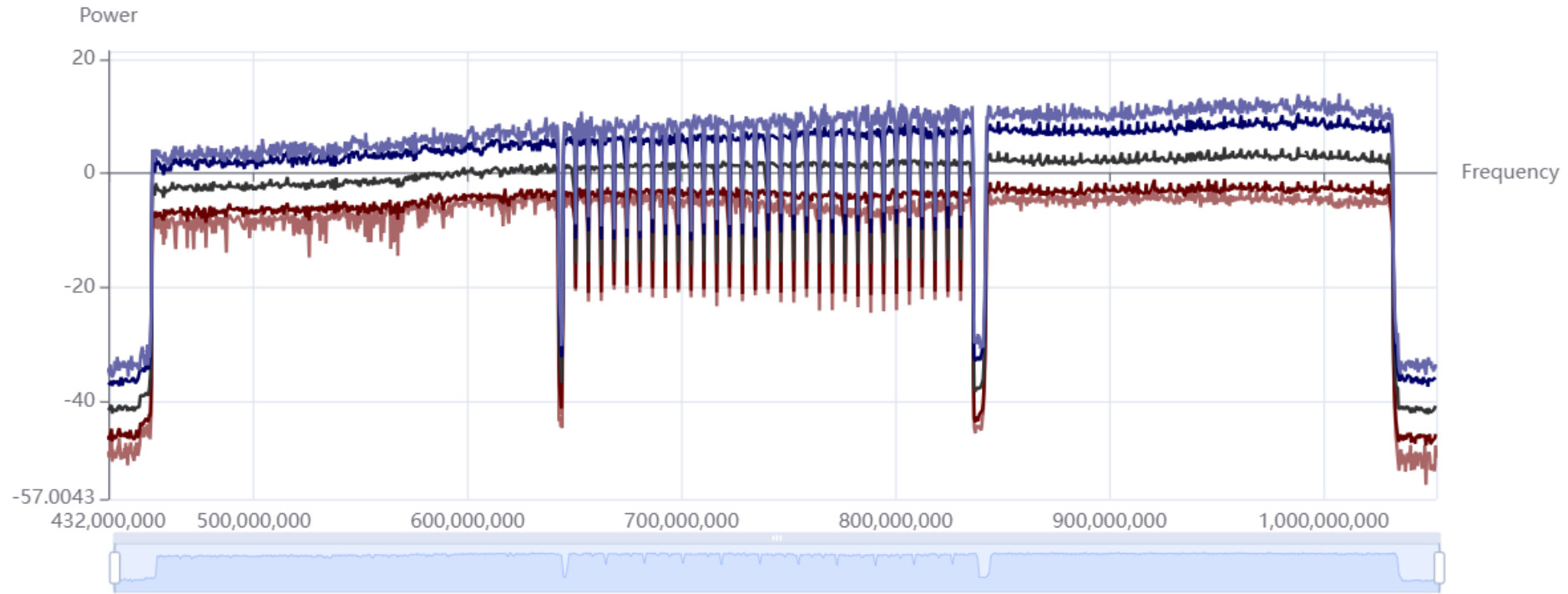
Min Power Low Power Avg Power High Power Max Power



# Automatische Pegelanpassung der Verstärker – Step 4

6/7/2024, 8:29:59 AM

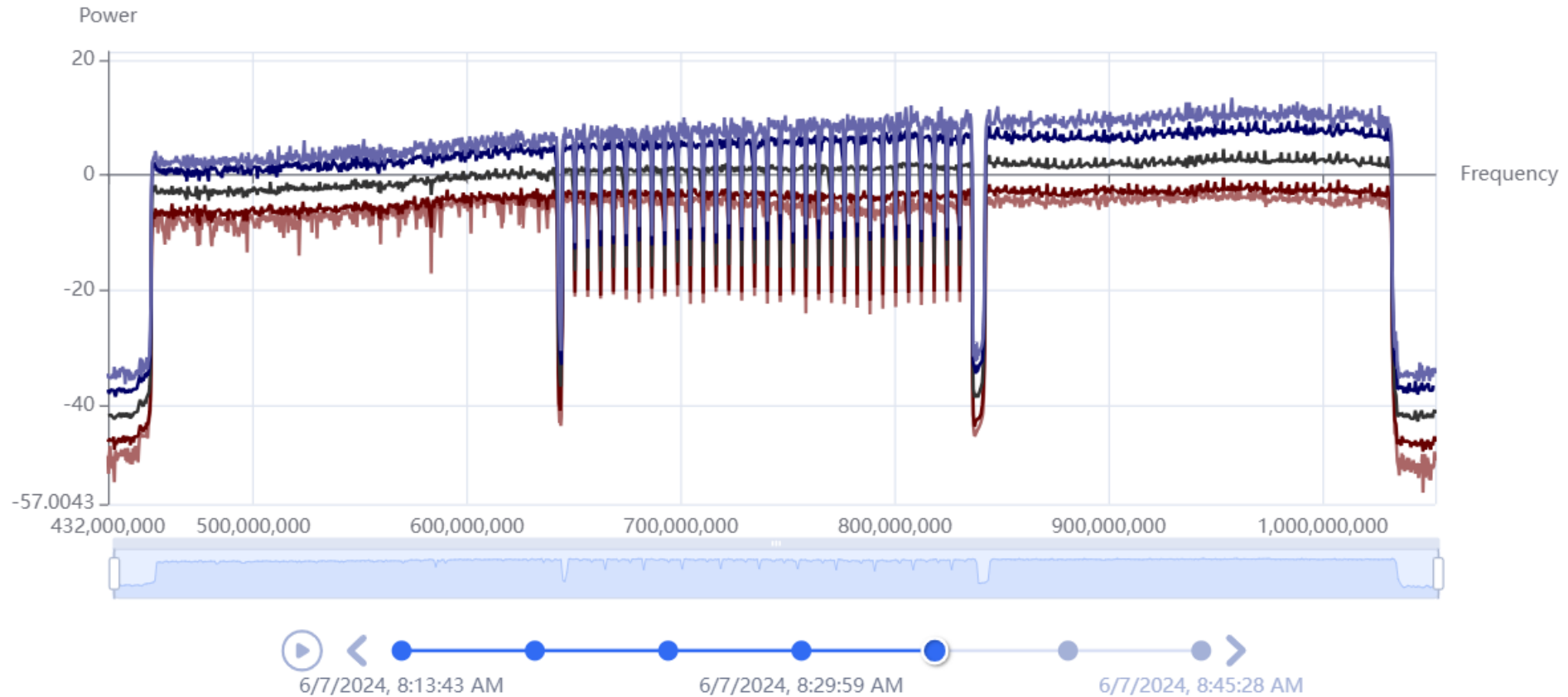
Min Power Low Power Avg Power High Power Max Power



# Automatische Pegelanpassung der Verstärker – Step 5

6/7/2024, 8:35:07 AM

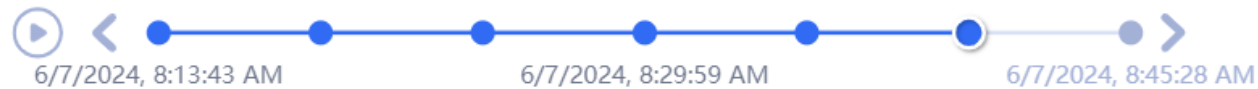
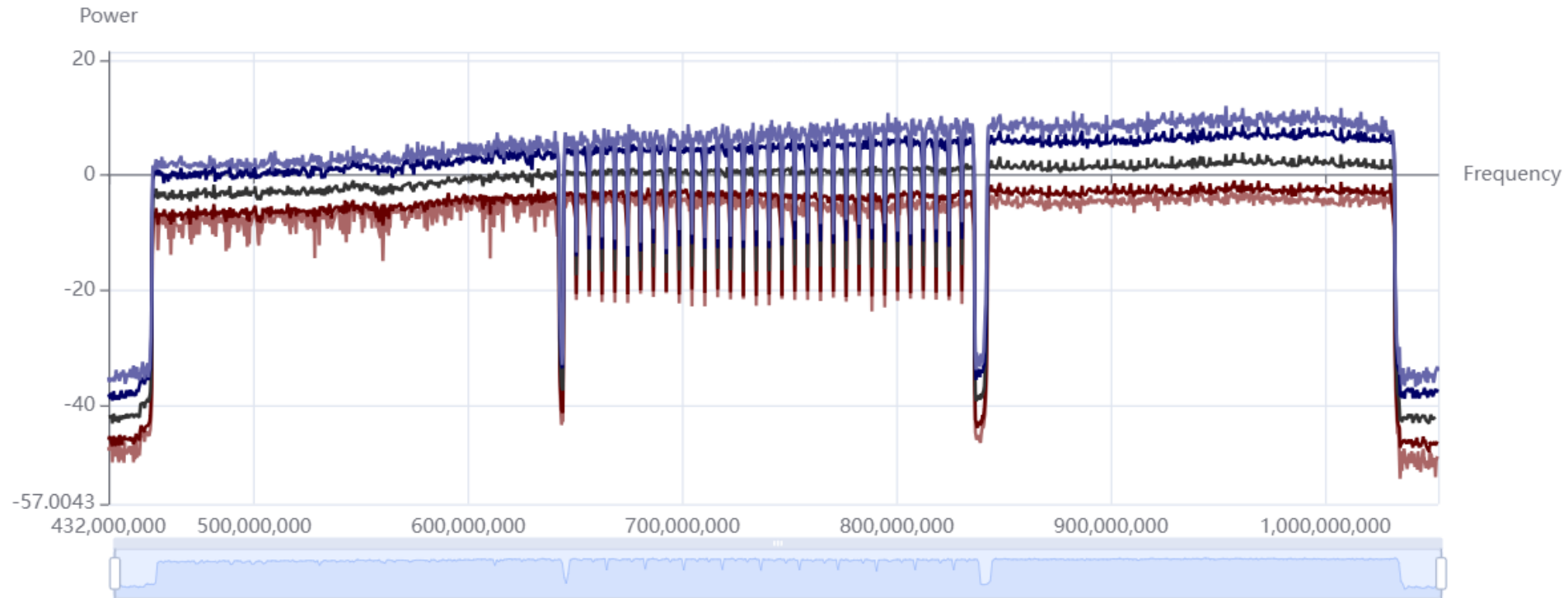
Min Power Low Power Avg Power High Power Max Power



# Automatische Pegelanpassung der Verstärker – Step 6

6/7/2024, 8:40:17 AM

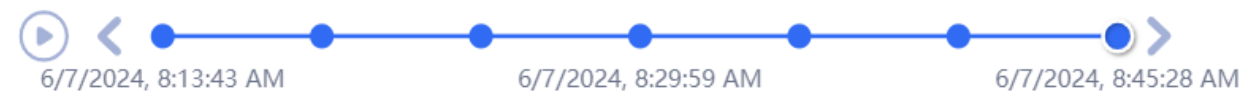
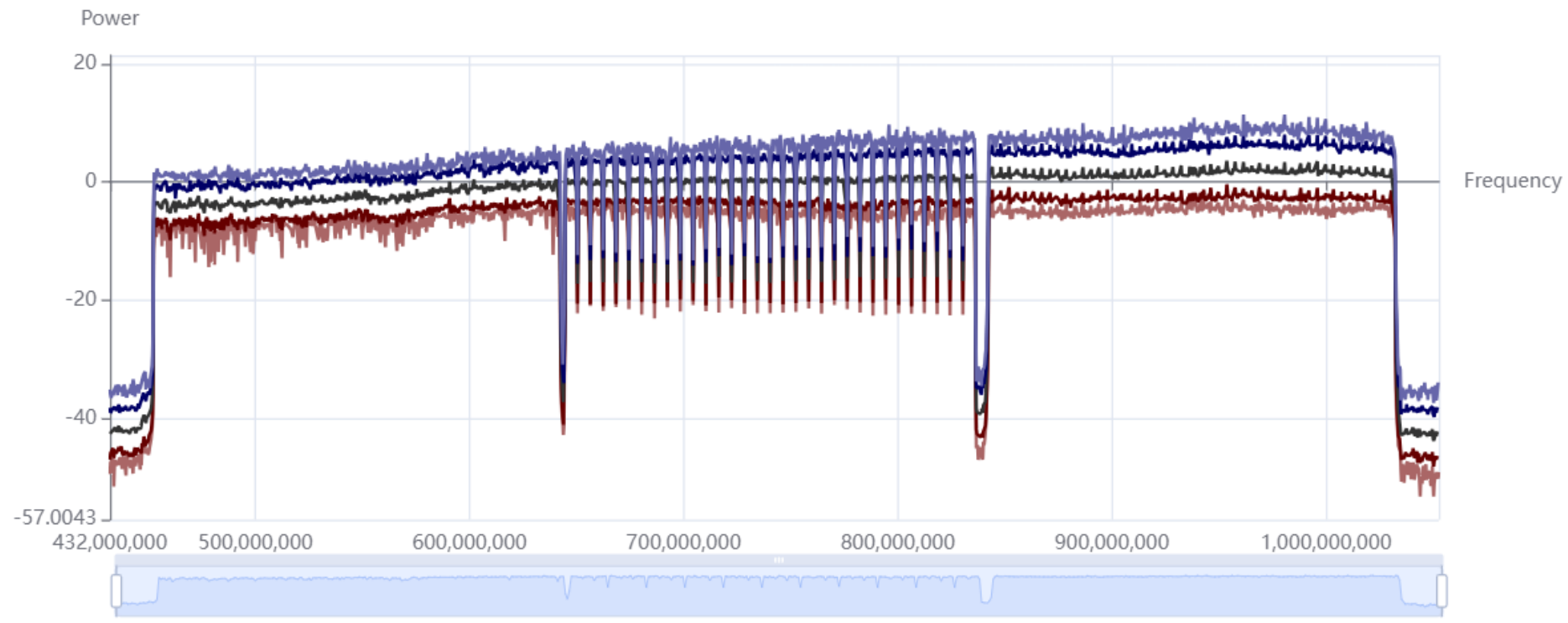
Min Power Low Power Avg Power High Power Max Power



# Automatische Pegelanpassung der Verstärker – Ziel

6/7/2024, 8:45:28 AM

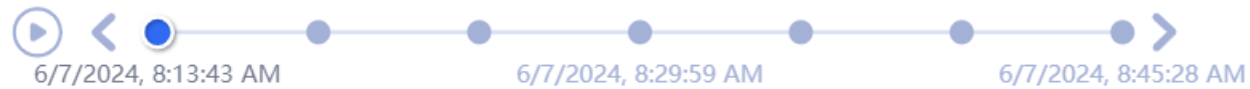
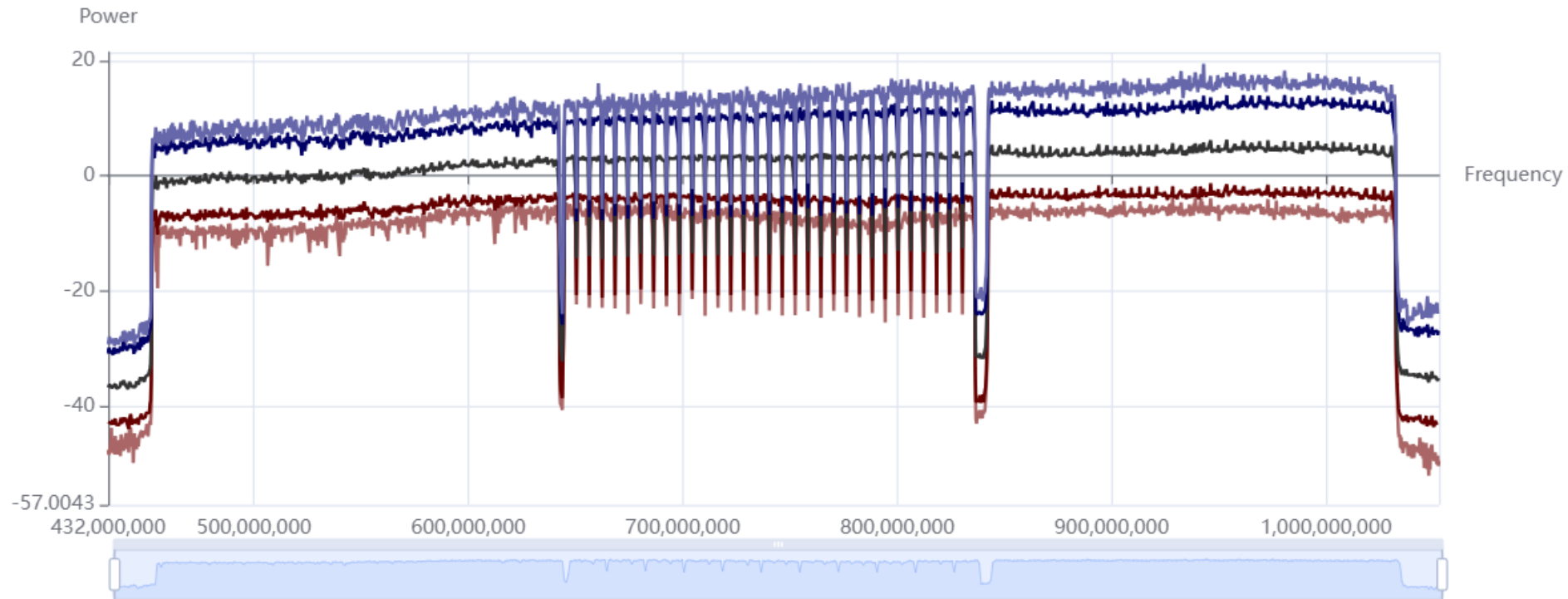
Min Power Low Power Avg Power High Power Max Power



# Automatische Pegelanpassung der Verstärker – Startpunkt

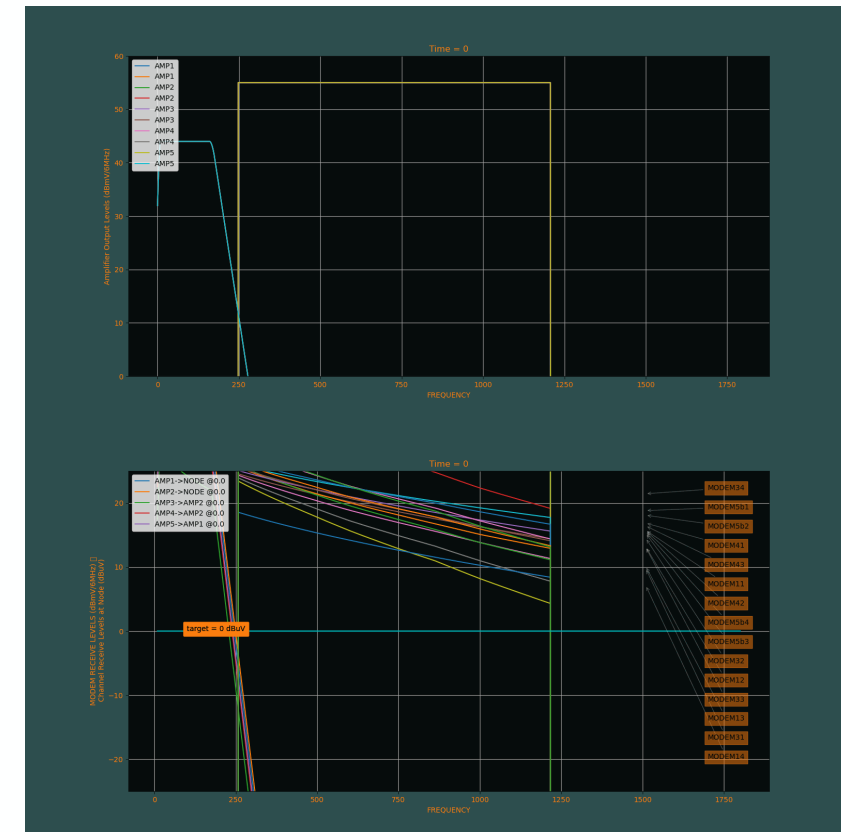
6/7/2024, 8:13:43 AM

Min Power Low Power Avg Power High Power Max Power



# Automatische Pegelanpassung – Zuschaltung OFDM Kanäle

- Optimierung der Pegel und Schräglagen der Verstärker
- Das können auch 15dB Tilt oder mehr sein
- Ziel -> Alle Modem +/- 10 dBm V
- Ziel -> Summe HF-Last der Verstärker zu reduzieren



# Energie Einsparung

