

## HEAD ACOUSTICS SETZT ACQUA ERFOLGREICH BEIM 2. ETSI VOIP SPEECH QUALITY TEST EVENT EIN

HEAD acoustics nahm erneut zusammen mit T-Systems Nova am 2. ETSI VoIP Speech Quality Test Event teil. Die Ziele der Tests waren:

- Evaluation des vollständigen TIPHON Szenarios "Ende-zu-Ende" und "Mund-zu-Ohr" unter Verwendung der Testmethoden der TIPHON Spezifikation TS 101 329-5
- Vollständige Evaluation der für ein komplexes Übertragungssystem, wie im Fall von VoIP-Konfigurationen, erforderlichen Gesprächsqualität
- Untersuchung des aktuellen "State of the art" der VoIP-Qualität
- Identifikation potentieller System- und Prozessverbesserungen für Hersteller

Die Testreihen waren vollständig integriert in das HEAD acoustics Sprachqualitäts-Analysesystem ACQUA, das seine herausragenden Fähigkeiten unter anspruchsvollen und komplexen Bedingungen bewies.

Das Tutorial vor dem eigentlichen Event wurde von den Teilnehmern sehr begrüßt, da die Sprachqualitätsparameter, die Testverfahren und die verschiedenen, für VoIP-Systeme typischen Beeinträchtigungen vorgestellt und im Detail diskutiert wurden.

### KERNPUNKTE DES TEST EVENTS

- Sehr fortschrittliches und anspruchsvolles Testprogramm
- Teilnehmeraussagen: Tests und Ergebnisse lieferten völlig neue Erkenntnisse
- Erfassung der echten Systemleistung in allen Gesprächssituationen, viel mehr Informationen über Sprachqualität als je allein durch z.B. von PESQ abgeleitete Einzelwerte erzielbar
- Test vollständiger Konfigurationen einschließlich Terminals möglich

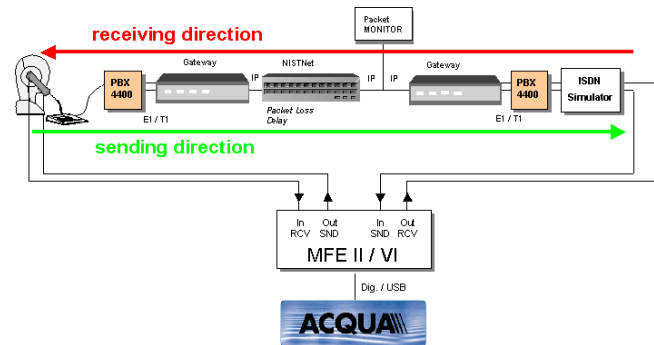


Fasziniert von den Ergebnissen auf dem ACQUA-Bildschirm

- Sehr nützlich zur Optimierung aller Systemkomponenten: Codecs und PLC, VAD und "Comfort-Noise" Einspeisung, Echokompensatoren in verschiedenen Betriebsbedingungen, Gegensprechleistung des gesamten Systems

### ACQUA - DIE FORTSCHRITTLICHE VOIP-TESTLÖSUNG

Mit dem Advanced Communication Quality Analysis System ACQUA ist ein professionelles und extrem vielseitiges Tool zum Test der Sprachqualität vollständiger VoIP-Konfigurationen einschließlich Endgeräte verfügbar, das für praktisch jede Kombination von Systemkomponenten und alle Gesprächssituationen eingesetzt werden kann.



Akustisch - elektrischer Messaufbau



"Kopf an Kopf mit ETSI"

### DIE TESTS IM DETAIL

IP-Netzwerk Szenarien:

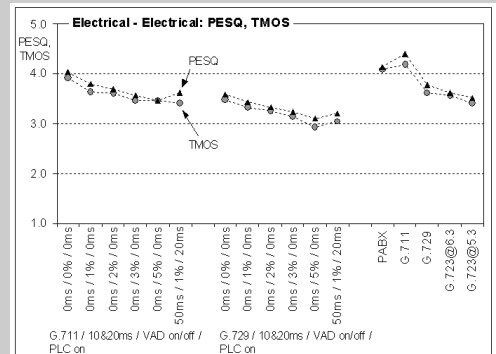
- Verbindungen elektrisch - elektrisch
- Verbindungen elektrisch - akustisch
- Verbindungen akustisch - akustisch

### ERGEBNISSE EINWEG-SPRACHÜBERTRAGUNGSQUALITÄT

Ein allgemeiner Überblick zur Sprachqualität für Einweg-Übertragungen kann durch Messungen gewonnen werden, die auf psychoakustisch motivierten Verfahren beruhen, wie sie in der ITU-T Empfehlung P.862 (PESQ) und TOSQA beschrieben werden. Beide Verfahren wurden während des 2. ETSI VoIP Speech Quality Test Events eingesetzt. Die gemittelten Ergebnisse für elektrisch-elektrische Verbindungen mit G.711 und G.729 Codecs im Durchschnitt aller Teilnehmer unter verschiedenen Netzwerkbedingungen sind unten abgebildet. Obwohl die Verfahren unterschiedlich sind, kann man sagen, dass die auf TOSQA und PESQ basierenden Mittelwerte hauptsächlich als Versatz beschrieben werden können. Im allgemeinen sind die PESQ-Werte aufgrund einer unterschiedlichen Anpassungsfunktion der internen Ergebnisse an eine MOS-ähnliche Skala etwas optimistischer. Dies wird ebenfalls sehr deutlich, wenn man die Referenzbedingungen rechts im Diagramm sowie die G.729 Auswertungen betrachtet.

Bei den G.711 Implementierungen differieren die einzelnen PESQ- und TOSQA-Werte stärker. PESQ bewertet die verschiedenen PLC-Implementierungen in einem engeren Qualitätsbereich als TOSQA, das die verschiedenen Algorithmen deutlicher unterscheidet und insbesondere bei einer Implementierung empfindlicher reagiert als PESQ.

Bei den G.729 Implementierungen sind der Bereich und die jeweils erzielten Ergebnisse für PESQ und TOSQA (außer des konstanten Versatzes) fast identisch.



## Instrumentelle Tests zur Einweg-Sprachübertragung

Instrumentelle Modelle waren die Basis für die Bewertung der Einweg-Sprachübertragungsqualität beim 2. ETSI VoIP Speech Quality Test Event. Diese Algorithmen sind psychoakustisch motiviert und basieren auf einem Vergleich des unverzerrten Eingangssignals des Übertragungssystems mit dem entsprechenden Ausgangssignal.

Die resultierenden Sprachqualitätswerte beschreiben die Hörqualität und enthalten Effekte durch Einweg-Sprachübertragung zwischen Punkt A und Punkt B, wie sie von einem menschlichen Hörer wahrgenommen werden. Diese Ergebnisse erreichen eine hohe Korrelation zu Ergebnissen aus auditiven Tests. Das Sprachmaterial wurde von den Testhäusern gestellt, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse bei verschiedenen Szenarien und unterschiedlichen Herstellern der VoIP-Geräte zu gewährleisten.

Um auch den Vergleich mit den Ergebnissen des 1. ETSI VoIP Speech Quality Test Event im Oktober 2000 zu ermöglichen und die Hörer-Sprachqualität an der akustischen Schnittstelle bewerten zu können, wurden alle Aufnahmen mit TOSQA 2001 ausgewertet, das bereits für Sprach-

qualitätsmessungen an der akustischen Schnittstelle validiert wurde. Im Falle des elektrisch aufgenommenen Sprachmaterials wurde für alle Hörqualitätsmessungen das neue objektive Sprachqualitätsmessverfahren nach ITU-T Empfehlung P.862 verwendet.

## Übertragungsanalyse für verschiedene individuelle Sprachqualitätsparameter unter Einzelsprechbedingungen

Ergänzend zu dem nach P.862 und TOSQA bestimmten Einweg-Sprachqualitätswert, gaben diese Untersuchungen den Systemdesignern wertvolle Detailinformationen zur Verbesserung der verschiedenen Implementierungen.

Die Tests beruhen auf Testsignalen und Bewertungskriterien, die in den ITU-T Empfehlungen P.501, P.502 und TIPHON TS 101 329-5 beschrieben sind.

Es wurden Laufzeitmessungen unter verschiedenen Bedingungen durchgeführt.

Ein sehr wichtiger Parameter für VoIP-Systeme ist die Implementierung von PLC-Algorithmen und Jitter-Puffern. Die detaillierten Untersuchungen dieser Implementierungen erfolgten unter Verwendung von



Hi-Tech im ETSI-Testzentrum

sprachähnlichen Teststimuli wie CS-Signalen und stimmhaften Lauten.

Ähnliche Untersuchungen wurden für VAD-Implementierungen durchgeführt. Die Tests erfolgten mit und ohne Hintergrundgeräuschsimulation (realistisches Hintergrundgeräusch wurde verwendet). Diese Untersuchungen liefern detaillierte Informationen über die eigentlichen VAD- und "Comfort Noise"-Implementierungen und helfen den Systemdesignern, diese zu verbessern und zu optimieren (vgl. Abbildungen und Erläuterungen im untenstehenden Rahmen).

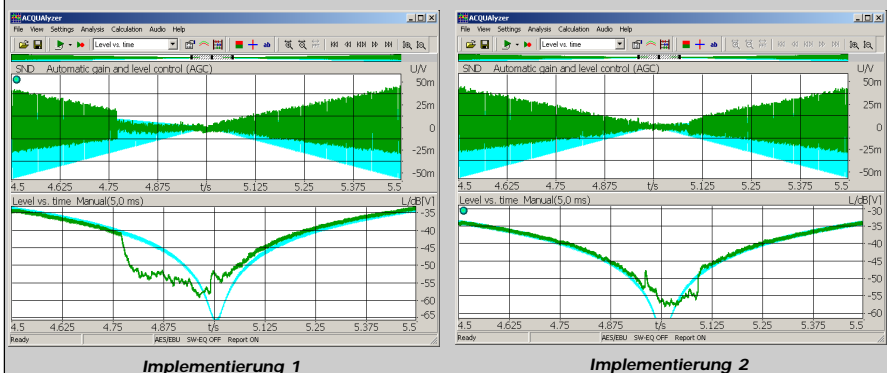
## VAD-IMPLEMENTIERUNG

Zum Test der implementierten VAD wurde ein Testsignal aus periodisch wiederholtem stimmhaften Laut mit abnehmendem Pegel verwendet. Dieses Testsignal deckt einen breiten Pegelbereich ab und erlaubt eine Untersuchung der VAD-Implementierung im Detail. Die unten abgebildeten Ergebnisse zeigen das Zeitsignal (wiederholter stimmhafter Laut mit abnehmendem Pegel) im oberen Fenster und die Analyse von Pegel vs. Zeit des Originalsignals (blau) und des übertragenen Signals (grün) im unteren Bildteil.

Die Abbildungen zeigen typische Ergebnisse für verschiedene während des Events gemessene Gateway-Verbindungen. Zu beachten ist, dass die Bilder zum besseren Vergleich nur die vergrößerte Sequenz des Analyseergebnisses für den niedrigeren Signalpegel zeigen.

Das mit Implementierung 1 gemessene Ergebnis zeigt, dass das Original-Testsignal nicht übertragen wird, wenn der Signalpegel unter eine bestimmte Schwelle sinkt, sondern durch "Comfort Noise" ersetzt wird. Wenn der Pegel des Testsignals wieder ansteigt, wird das Signal sofort übertragen.

Das Bild für Implementierung 2 zeigt, dass das Original-Testsignal offensichtlich durch ein anderes Signal ersetzt wird. Eine Deaktivierungs- und Aktivierungsschwelle kann bestimmt werden und das zwischen diesen Schwellen gemessene Signal ist wieder ein "Comfort Noise".



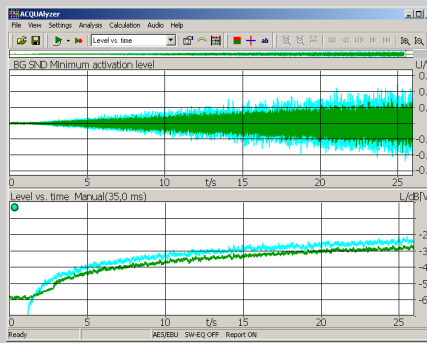
Die mit ACQUA erzielten Analyseergebnisse offenbaren die Stärken und Schwächen der Testobjekte

## QUALITÄT DER HINTERGRUNDGERÄUSCH-ÜBERTRAGUNG

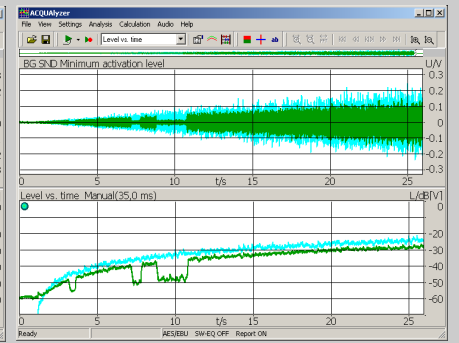
Diese wird von Parametern wie Aktivierungsschwellen oder "Comfort Noise"-Erzeugung beeinflusst. Es wurden Tests unter Verwendung von Geräuschsignalen und realistischen Hintergrundgeräuschszenarien durchgeführt. Als Beispiel zeigen die beiden nebenstehenden Abbildungen die Ergebnisse zweier Implementierungen.

Der Pegel des Testsignals (ein Geräuschsignal) steigt über die Zeit bei einer Länge von ca. 25 s bis auf -25 dBV. Das obere Fenster der Abbildung zeigt die Zeitsequenz. Das Original-Testsignal ist in blau dargestellt, das nach der Übertragung über die beiden Gateways gemessene Signal in grün. Das untere Fenster zeigt die Analyse von Pegel vs. Zeit. Die Kurve für das Originalsignal ist wiederum blau und für das gemessene Signal grün. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Kurven, also der des Originalsignals und der des gemessenen Signals, charakterisieren das Übertragungsverhalten der Verbindung.

Die beiden obigen Beispiele zeigen verschiedene Implementierungen der "Comfort Noise"-Erzeugung auf der Empfangsseite. Zu beachten ist, dass VAD in diesen Beispielen eingeschaltet war. Im Beispiel 1 wird der "Comfort Noise"-Pegel korrekt an den Pegel des Original-Testsignals angepasst, bevor das Originalsignal selbst übertragen wird. Ein adaptives "Comfort Noise" kann auch für Beispiel 2 gemessen werden, aber der Pegel des "Comfort Noise" ist ca. 10 dB niedriger als der Pegel des Original-Testsignals. Außerdem zeigt das Hörbeispiel, dass das erzeugte "Comfort Noise" nicht zur Charakteristik des Hintergrundgeräusch-Testsignals passt. Der Steuerungsmechanismus dieser Implementierung scheint häufig zwischen der Übertragung des Original-Hintergrundgeräuschs und dem erzeugten Geräusch umzuschalten.



Beispiel 1

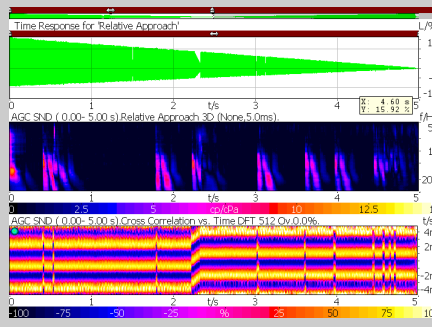


Beispiel 2

Die beiden obigen Beispiele zeigen verschiedene Implementierungen der "Comfort Noise"-Erzeugung auf der Empfangsseite. Zu beachten ist, dass VAD in diesen Beispielen eingeschaltet war. Im Beispiel 1 wird der "Comfort Noise"-Pegel korrekt an den Pegel des Original-Testsignals angepasst, bevor das Originalsignal selbst übertragen wird. Ein adaptives "Comfort Noise" kann auch für Beispiel 2 gemessen werden, aber der Pegel des "Comfort Noise" ist ca. 10 dB niedriger als der Pegel des Original-Testsignals. Außerdem zeigt das Hörbeispiel, dass das erzeugte "Comfort Noise" nicht zur Charakteristik des Hintergrundgeräusch-Testsignals passt. Der Steuerungsmechanismus dieser Implementierung scheint häufig zwischen der Übertragung des Original-Hintergrundgeräuschs und dem erzeugten Geräusch umzuschalten.

## PLC UND JITTER-PUFFER IMPLEMENTIERUNG

Stimmhafter Laut mit abnehmendem Pegel



Implementierung mit Paketverlust

Die weiter unten vorgestellten Analysen konzentrieren sich auf PLC und Jitter-Puffer Implementierungen, um aktuelle Implementierungen mit ihren spezifischen hörbaren Störungen zu analysieren.

Das verwendete Testsignal ist ein periodisch wiederholter stimmhafter Laut mit einer Dauer von 5 s und abnehmendem Pegel. Zwei Analysearten werden angewandt:

- Kreuzkorrelationsanalyse des übertragenen Signals und des Original-Testsignals, um die technische Implementierung des PLC und Jitterpuffer-Designs zu zeigen
- "Relative Approach" Analyse, ein Gehörmodell-basiertes psychoakustisches Verfahren zur Analyse hörbarer Störungen im Zeit- und Frequenzbereich, entwickelt von HEAD acoustics.

Der "Relative Approach" erlaubt die Auswertung dominanter zeitlich und spektraler Strukturen basierend auf der Empfindlichkeit des menschlichen Ohrs gegenüber diesen Parametern. Der "Relative Approach", auf den übertragenen periodisch wiederholten stimmhaften Laut angewandt, ist dazu geeignet, Signaldiskontinuitäten auszuwerten, die typischerweise durch Paketverlust, PLC (Packet loss concealment) oder Jitter-Puffer Anpassungen entstehen.

Im obigen Beispiel können im unteren Fenster Paketverlust und PLC mit Hilfe der Kreuzkorrelationsanalyse erkannt werden. Phasensprünge im Signal werden eindeutig erkannt. Der Paketverlust und seine "Ersetzung" führen in dieser Analyse zu "sichtbaren" kurzen Sprüngen in der Korrelationsanalyse. Die kurzzeitigen Signaldiskontinuitäten in der Kreuzkorrelationsanalyse weisen darauf hin, dass die verlorenen Pakete ersetzt werden, ohne die Charakteristik des Signals vor und nach dieser "Störung" zu verändern.

Informationen über die hörbaren Störungen, die durch diese Implementierung des PLC-Algorithmus entstehen, können aus der im mittleren Fenster sichtbaren "Relative Approach" Analyse abgeleitet werden. Es ist erkennbar, dass die Ersetzung der (verlorenen) Pakete zu hörbaren Störungen vor allem im niedrigeren Frequenzbereich führt.

## Konversationsanalyse für verschiedene individuelle Sprachqualitätsparameter

Von besonderer Bedeutung ist das Verhalten von VOIP-Systemen in der Gesprächssituation. Instrumentelle Tests basierend auf P.862 oder TOSQA liefern sehr wertvolle Informationen für die Hörsituation, die ein wichtiger Teil der Konversationsqualität ist. Es sind jedoch zusätzliche Informationen über das System beim Gegensprechen und in der Sprechsituation erforderlich.

Die Tests basieren wieder auf den ITU-T Empfehlungen P.501, P.502 und TIPHON TS 101 329-5.

Die verwendeten Testsignale sind spezifische Signale zur Auswertung des Gegensprechens wie z.B. sequentiell kombinierte CS-Signale (gleichzeitig in Send- und Empfangsrichtung) und Gegensprechsignale basierend auf stimmhaften Lauten.

Diese Tests liefern sehr wichtige Informationen über die Duplex-Fähigkeit des getesteten Systems sowie über Schalt- und Echocharakteristik. Abhängig von der Ge-

sprächssituation (Sprechen, Hören, Gegensprechen) und der Qualität der Echokompensation in der Gesprächssituation wurden "Clipping"-Effekte des Sprachsignals untersucht. In Ergänzung zu den unten beschriebenen Echokompensator-Tests liefern diese Tests detaillierte Informationen über die Qualität der Echokompensatoren unter realistischen Randbedingungen.

Es wurden Sprachproben unter Gegensprechbedingungen aufgezeichnet und bereits während der Tests akustisch wiedergegeben, um die Qualität während des Gegensprechens akustisch zu demonstrieren.



## Echomessungen von VoIP-Geräten

Die hierbei eingesetzten Tests basieren auf der ITU-T Empfehlung G.168 und TIPHON TS 101 329-5.

Die verwendeten Testsignale sind sprachähnliche Teststimuli wie in G.168 beschrieben. Darüber hinaus wurden Testsignale nach ITU-T Empfehlung P.501 angewandt.

Diese Tests liefern detaillierte Informationen über den in verschiedenen Situationen entstehenden Echopegel. Die Konvergenzcharakteristika, die Echodämpfung über Zeit und Frequenz sowie das Verhalten von Echokompensatoren beim Gegensprechen wurden im Detail ausgewertet. Desweiteren wurden Tests mit Hintergrundgeräuschsimulation durchgeführt.

Die Tests liefern den Systemdesignern wichtige Parameter ihrer Echokompensator-Implementierungen.



"No test, no fun" ... und wie lebensnah sind Ihre Kommunikationsprodukte?

## SCHLUSSFOLGERUNG

Mit dem 2. "Plugtest" wurde die Erfolgsstory des letzten Events fortgesetzt, wie das positive Feedback der teilnehmenden Hersteller belegt, die den hohen Nutzwert erneut bestätigten. Die Ergebnisse zeigen den aktuellen Qualitätsstand von VoIP-Geräten unter verschiedenen Bedingungen und unterstreichen die Bedeutung der Berücksichtigung des Ende-zu-Ende und Mund-zu-Ohr Szenarios. Des Weiteren können sie den teilnehmenden Herstellern zur Optimierung ihrer Produkte hinsichtlich der Gesamtsprachqualität dienen.

HEAD acoustics hat dabei wieder einmal eindrucksvoll bewiesen, dass die von ihr entwickelte Messtechnik Informationen über die Leistungsfähigkeit komplexer VoIP-Systeme liefert, die in ihrer Aussagefähigkeit die auf Einzelwerten basierenden Ergebnisse anderer Messverfahren übertreffen. Für praktisch jede Kombination von Systemkomponenten und für alle Gesprächssituationen können mit ACQUA und den Frontends MFE II bis VI komplette Konfigurationen einschließlich der Endgeräte getestet werden. Ambitionierte Hersteller im VoIP-Bereich, die basierend auf Ende-zu-Ende bzw. Mund-zu-Ohr Testszenarien die Sprachqualität ihrer Produkte optimieren möchten, finden daher in HEAD acoustics auch in Zukunft einen Technologie- und Consultingpartner erster Wahl.

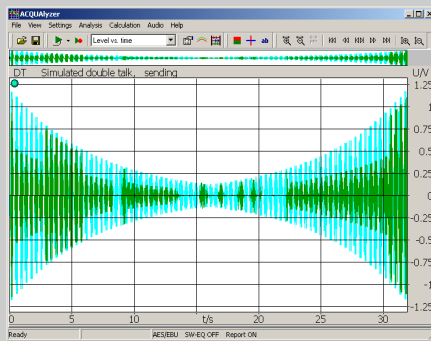
### ECHOKOMPENSATOR-LEISTUNG (G.711 CODEC)

Die Tests der implementierten Echokompensatoren unter Einzel- und Gegensprechbedingungen wurden mit verschiedenen Aufbauten durchgeführt: ein komplettes 4-Draht Szenario mit  $ERL = \infty$ , einer simulierten Echodämpfung von 40 dB ERL und 6 dB ERL. Der Echopfad wurde mit Hilfe des Frontends MFE VI realisiert und wird über ACQUA gesteuert. Als Referenzverbindung wurden die gleichen Tests mit der PBX alleine durchgeführt.

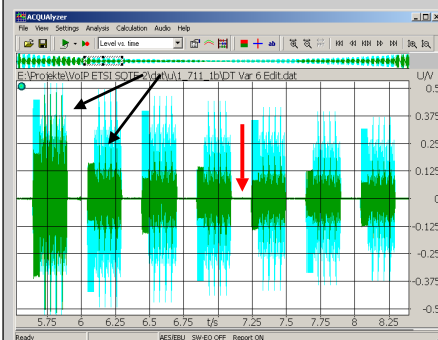
Das verwendete Testsignal ist eine Sequenz von Composite-Source-Signalen mit abnehmendem Pegel auf der Sendeseite, während der Pegel auf der Empfangsseite gleichzeitig ansteigt. Die Sequenzen überlappen teilweise, was eine realistische Gegensprechsimulation erlaubt. Die Abbildungen unten zeigen das übertragene Gegensprechsignal (grün) im Vergleich mit dem Original-Testsignal (blau). Idealerweise hätte die komplette, blau dargestellte Signalsequenz übertragen werden müssen.

Das Beispiel im Bild rechts zeigt, dass am Anfang und am Ende der analysierten Gegensprechsequenz die Signale vollständig übertragen oder um ca. 6 dB gedämpft werden. Im mittleren Teil der Sequenz werden die mit den niedrigeren Pegeln erfolgenden Signale "geklippt". Es ist zu beachten, dass der Testsignalpegel in Empfangsrichtung in diesem mittleren Bereich sehr hoch ist, während der Signalpegel am nahen Ende niedrig ist. Es ist anzunehmen, dass diese Implementierung auch Clippingeffekte aufweist.

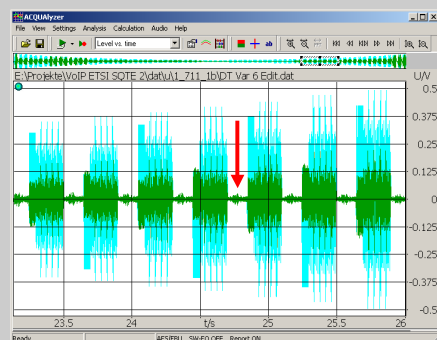
Die beiden folgenden Bilder zeigen die Analyseergebnisse für zwei Sequenzen A und B aus dem Gegensprech-Testsignal. Für diese Implementierung ist bei Sequenz A eine Pegelabweichung im übertragenen Signal am nahen Ende erkennbar (vgl. die mit schwarzen Pfeilen markierten Signalblöcke). Des Weiteren scheint der Echokompensator während der Gegensprechsequenz zu divergieren. Der bei Sequenz A zwischen zwei CS-Signalen feststellbare Echopegel ist signifikant niedriger als bei Sequenz B.



Beispiel



Beispiel 3.6 dB ERL (A)



Beispiel 3.6 dB ERL (B)



Ebertstraße 30a  
D-52134 Herzogenrath  
Tel: +49 (0) 2407-577-0  
Fax: +49 (0) 2407-577-99  
E-mail: telecom@head-acoustics.de  
WEB: www.head-acoustics.de

vertreten durch