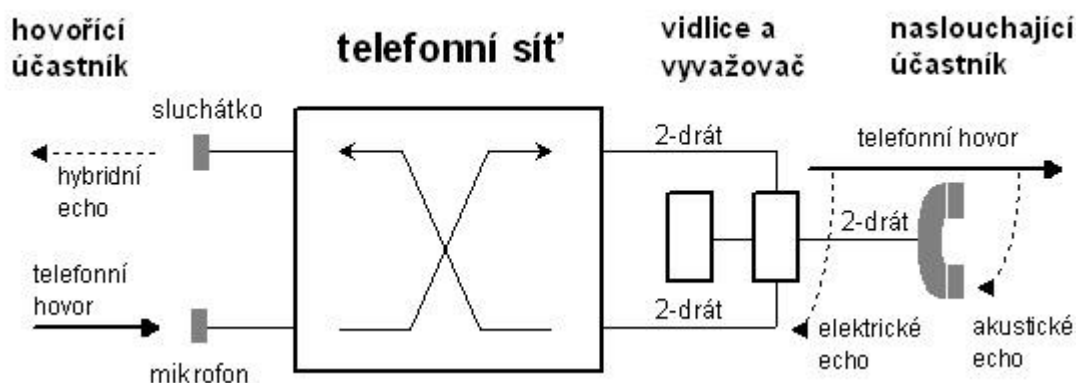


## Problematika echa v IP telefonii

Mezi vlastnosti telefonního hovoru spoluurčující negativně jeho kvalitu patří eventuální přítomnost telefonního echa, tj. ozvěny vlastních slov působící rušivě na straně hovořícího účastníka. Tento dokument shrnuje některé teoretické znalosti i praktické zkušenosti související s problematikou telefonního echa.

### Příčiny telefonního echa



Telefonní echo vzniká nežádoucím odrazem hovorového signálu zpět k hovořícímu účastníkovi, a to ze dvou základních příčin:

- **Akustické echo** - vzniká částečným přenosem hlasového signálu ze sluchátka nebo reproduktoru zpět do mikrofону (na straně naslouchajícího účastníka). Typicky vzniká u mobilních telefonů, u bezdrátových telefonů nebo při hlasitém příposlechu. Tento druh echa je méně významný (mobilní sítě a kvalitní bezšňůrové telefony echo systematicky eliminují a u hlasitého příposlechu lze echo považovat za přijatelné).
- **Elektrické echo** - vzniká nevyvážeností telefonní vidlice převádějící 4-dr. vedení na 2-dr. (na cestě telefonního spoje od hovořícího k naslouchajícímu účastníkovi). Typicky dnes vzniká v místě umožňujícím napojení klasických analogových telefonů. Tento druh echa se vyskytuje relativně často (odhadem u 15 až 30 % analogových telefonů, ale jenom v některých případech se projeví rušivě - viz dále).

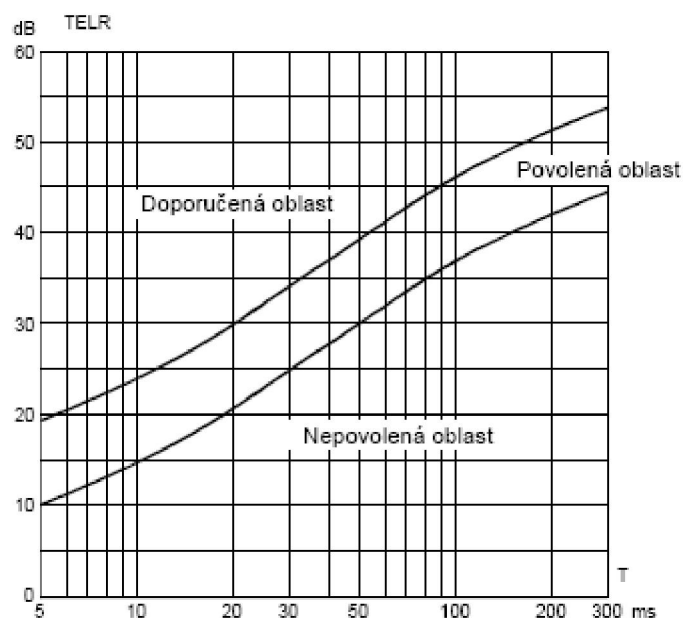
Oba druhy echa mají odlišné elektrické parametry (např. časovou a útlumovou charakteristiku). Pod pojmem hybridní echo pak bývá míněna kombinace obou výše uvedených druhů echa. **Echo nemůže vznikat na částech hovorového spojení, které mají povahu 4-drátu.**

Na vyvážení (resp. na nevyvážení) telefonní vidlice se zpravidla podílí: kvalita řešení vidlice a vyvažovače (bývá součástí telefonní ústředny), délka a vlastnosti přípojného vedení (může být cca 0 až 12 km) a impedance telefonního přístroje (teoreticky 600  $\Omega$ , v praxi od 300 do 1200  $\Omega$ ).

## Vliv telefonního echa

Telefonní echo tedy převážně vzniká na straně naslouchajícího účastníka (zpravidla jako důsledek nevyvážení vidlice), ale nepříznivě se projevuje na straně hovořícího účastníka. V praxi nejsou známy případy, že by se na straně naslouchajícího účastníka nepříznivě projevovalo echo echa (tj. druhý odraz hovoru na straně hovořícího).

V klasických telefonních sítích (tj. nezahrnujících žádné paketově fungující přenosy hovorového signálu) se telefonní echo projevuje jen zcela výjimečně (např. u satelitních nebo mezikontinentálních hovorů). Důvodem je skutečnost, že doba přenosu hovorového signálu i zpětného echa je v klasických telefonních sítích velmi krátká (pod 2 msec u vnitrostátních spojů nebo pod 20 msec u kontinentálních spojů) a rušivý vliv běžného echa se projevuje až při větším zpoždění mezi vlastním hovorem a zpětným echem (viz následující graf uvedený v [7]).



Vysvětlivky:

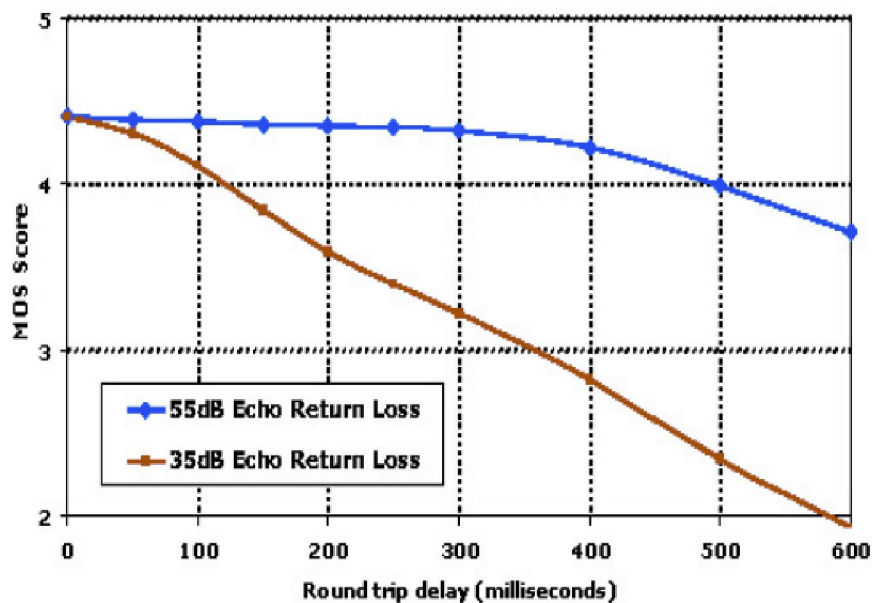
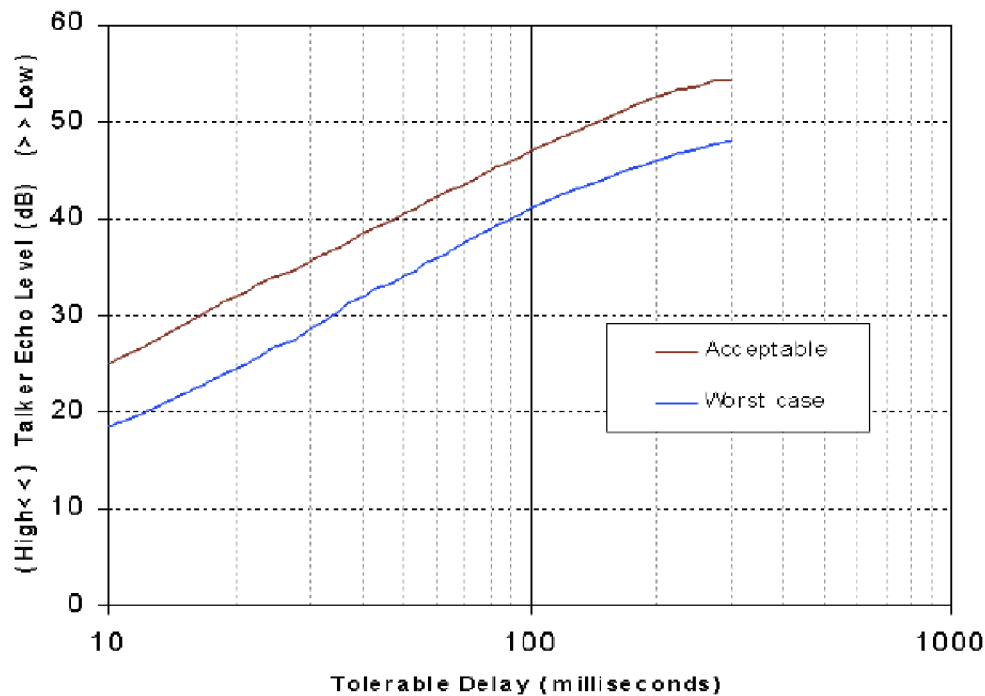
TEL R Míra hlasitosti ozvěn na straně hovořícího

T Doba zpoždění hovorových signálů

*Poznámka: z kontextu grafu vyplývá, že tzv. „míra hlasitosti ozvěny“ TELR ve skutečnosti vyjadřuje „útlum ozvěny“ a čím více je ozvěna zpožděna, tím menší úroveň echa stačí, aby ozvěna vyvolala nepříznivý vliv u hovořícího.*

Problematika echa v IP telefonii  
(technická zpráva)

V [8] je uvedena obdobná závislost akceptovatelné a nejhorší úrovně echa v závislosti na době jeho zpoždění (viz první dále uvedený graf). V [9] je pak uvedena závislost kvality hovoru na zpoždění echa, a to pro dvě hodnoty úrovně (resp. echa) TELR (viz druhý dále uvedený graf).



Problémy s echem (resp. jeho nepříznivý vliv na kvalitu telefonního hovoru) ale mohou nastávat v tzv. heterogenních telefonních sítích, kde je alespoň část telefonní sítě tvořena paketově fungujícími subsystemy. Důvodem je skutečnost, že doba zpracování a přenosu hlasového signálu v takových sítích může výrazně překračovat 100 msec. Vlastní přenos hovorových paketů je však většinou pod 50 msec, takže výrazný podíl na časovém zpoždění hovorového signálu mívá především jeho zpracování (tj. jeho paketizace, komprese, vysílání, příjem, dekomprese nebo rekonstrukce). Největší část celkového zpoždění přitom nastává při realizaci příjmu hovorových paketů, neboť zde bývá téměř vždy používána vyrovnávací paměť určená pro eliminaci tzv. rozptylu doby zpoždění přenosu hovorových paketů. Tento tzv. „jitter buffer“ mívá v IP telefonech a bránách velikost skupiny několika hovorových paketů ( $N \times 20$  msec, celkově v rozsahu mezi 20 a 1000 msec !!!).

Jsou-li tedy na straně naslouchajícího účastníka podmínky způsobující odraz hovorového signálu (zejména špatně vyvážená telefonní vidlice) a trvá-li zároveň dopředný přenos hovoru (tj. od úst hovořícího) i zpětný přenos echa (tj. po ucho hovořícího) dohromady více než 100 msec (zejména u paketově fungující IP telefonie), pak existující echo má negativní vliv na kvalitu telefonního hovoru. Taková situace nenastává u čistě paketových spojů, kde doba přenosu někdy může být dokonce i několik vteřin (např. u internetové telefonie typu SKYPE), protože takové spoje neobsahují žádné telefonní vidlice (tj. jsou plně 4-drátové). U dnešních digitálních sítí echo nevzniká ani tehdy, má-li naslouchající účastník ISDN nebo IP telefon, neboť na trase se většinou nevyskytují žádné vidlice (tj. jedná se o plně 4-drátové spoje). Je-li na straně hovořícího klasický analogový nebo ISDN telefon napojený na neheterogenní telefonní síť, pak rovněž nejsou vytvořeny podmínky pro negativní vliv echa, neboť časové zpoždění echa je téměř vždy zanedbatelné.

**Podmínky pro vznik a současně i pro nepříznivý vliv echa tak nastávají především tehdy, je-li na straně naslouchajícího použit analogový telefon napojený na nevyváženou vidlici a telefonní síť má alespoň část tvořenu paketovým přenosem s příliš dlouhou celkovou dobou přenosu a zpracování hovorového signálu (zejména pokud velikost vstupního „jitter bufferu“ v IP telefonu nebo bráně způsobuje zpoždění nad 100 msec).**

Jelikož v praxi nelze zajistit správné vyvážení všech telefonních vidlic vyskytujících se na celém světě (tj. ve všech místech, kam se lze dovolat z VoIP koncového zařízení napojeného na veřejné telefonní síť), nezůstává než problém echa řešit na straně IP telefonů a brán (tj. přiměřenou velikostí „jitter bufferu“) nebo eventuálně ve vhodném místě na trase daného telefonního hovoru pomocí zařízení realizujícího funkci „echo cancellation“.

## Parametry síťového plánu

Pro dnešní heterogenní telefonní sítě využívající často k přenosu hlasu IP protokol (tj. principu VoIP) jsou tedy velmi důležité limity doby zpoždění hovorového signálu, které mají velký vliv na nepříznivé vnímání případného echa (tj. ozvěn). Organizace ITU-T a příslušné státní instituce (např. ČTÚ) proto definují tzv. **Síťový plán přenosových parametrů veřejných telefonních sítí**, ve kterém jsou mimo jiné stanoveny i doporučené a mezní hodnoty zpoždění hovorového signálu (tj. dílčí doby přenosu od akustického rozhraní hovořícího až po akustické rozhraní naslouchajícího) a překročení mezních hodnot není přípustné.

Mezi akustickým rozhraním koncového zařízení a místem, kde je koncové zařízení napojeno na veřejnou telefonní síť (tj. v rámci „účastnické části telefonní sítě“), je mezní hodnota přenosu hovorového signálu stanovena na 100 msec. V této části sítě se o tento časový limit musí podělit telefonní přístroj, lokální telefonní spoj, pobočková telefonní ústředna a účastnické přípojné vedení. Všechny tyto části přitom mohou pracovat na principu klasické nebo paketové telefonie. Zpoždění klasických telefonních prvků je v účastnické telefonní síti pod 1 msec. Zpoždění VoIP telefonních prvků je dáno jejich základním principem, kde zpoždění nemůže být kratší než je součet délky hovorového paketu (např. 20 msec) a doby potřebné na přenos v datových sítích (např. 5 až 30 msec). Na další prvky a funkce (zejména na tzv. „jitter buffer“) účastnické části telefonní sítě tak podle síťového plánu zbývá pouze od 50 do 75 msec. Tyto hodnoty lze považovat za dostatečné, neboť síťový plán kromě jiného specifikuje mezní hodnotu jitteru na 50 msec.

Mezi akustickým rozhraním koncového zařízení a místem, kde je veřejná telefonní síť operátora obsluhujícího daného účastníka napojena na další operátory, je mezní hodnota přenosu hovorového signálu stanovena na 200 msec (tj. prvních 100 msec na účastnickou část telefonní sítě a druhých 100 msec na veřejnou část telefonní sítě). Jedná-li se o telefonní síť jednoho operátora využívající důsledně principů VoIP (tzv. internetovou telefonii), pak na „jitter buffer“ zbyde 100 až 150 msec.

Výše uvedené údaje platí za předpokladu, že v rámci dané části telefonní sítě je na trase telefonního hovoru pouze jeden segment pracující na principu VoIP. V praxi mohou nastat případy, kdy jako koncové zařízení bude použit IP telefon, propojení na veřejnou síť bude řešeno klasickým telefonním spojením (tj. ISDN nebo analogovým) a ve veřejné síti bude část přenosové cesty realizována paketově (např. v sítích NGN). Z tohoto důvodu je nutné striktně dodržovat stanovené limity zpoždění hovorového signálu a nečerpat v rámci jednoho úseku (resp. operátora) zpoždění na úkor jiných úseků (resp. operátorů). **Z praktických zkušeností vyplývá, že nejkritičtější se jeví optimální nastavení optimální velikosti „jitteru bufferu“.**

## Nastavení koncových zařízení

Nevhodné nastavení IP telefonu nebo brány vytváří podmínky pro nepříznivé vlivy echa (tj. na kvalitu hovoru). Příčiny echa jsou sice na druhé straně telefonního spoje, ale negativně se projevují pouze u koncových zařízení typu VoIP, jejichž správné nastavení má echem postižený uživatel nebo příslušný operátor ve své moci. Na existenci echa (resp. na míru jeho vnímání na straně hovořícího účastníka) mají vliv tato nastavení IP telefonu nebo brány:

□ **Velikost jitteru bufferu** - je vhodné nastavit na 50 až 75 msec při napojení na pobočkové telefonní síť (resp. ústředny) a na 100 až 150 msec při přímém napojení na veřejné telefonní síť (resp. ústředny). Zde mohou nastávat tyto negativní okolnosti:

- ♦ v praxi by dnes již neměly být nabízeny IP telefony nebo brány, které nemají implementován žádný jitter buffer (resp. jednalo by se o velmi nekvalitní produkty), neboť rozptyl ve zpoždění přenosu paketů by způsoboval rušivé efekty v telefonním hovoru (praskání, lupání apod.);
- ♦ některé IP telefony a brány nemusejí mít uživatelsky konfigurovatelný parametr pro zapnutí/vypnutí funkce jitter bufferu, ani parametr pro zapnutí/vypnutí funkce dynamického jitter bufferu, ani parametr definující velikost jitter bufferu, ani parametry definující horní a dolní mez dynamické velikosti jitter bufferu - používání takového koncového zařízení je značně problematické, neboť ve většině případů bude velikost jeho jitter bufferu přibližně 0,1 až 1,0 sec;
- ♦ některé IP telefony a brány mají sice uživatelsky konfigurovatelné parametry jitter bufferu, ale jejich význam často není dostatečně jasně specifikován a u velikosti jitter bufferu často není uvedena žádná jednotka (tj. jeho velikost v msec nebo paketech nebo BYTEch) - používání takových koncových zařízení je téměř stejně problematické, jako kdyby žádné nastavovací prvky neměly, neboť nalezení vhodných hodnot je možné pouze experimentálně a je tedy časově velmi náročné;
- ♦ u některých IP telefonů a brán se zdá, že změna parametrů jitter bufferu nemá žádný vliv na jejich funkci (např. změny velikosti bufferu nezpůsobí žádnou změnu ve zpoždění hovorového signálu) - tato koncová zařízení mají značně dlouhé zpoždění hlasového signálu (cca 0,1 až 1,0 sec);
- ♦ velikost jitter bufferu může být nastavena správně z hlediska negativního vlivu echa ale nemusí vyhovovat velikosti skutečného jitteru, který mají přijímané hlasové pakety - v takovém případě se jedná o datový přenos, který nesplňuje technické požadavky vyplývající z potřeb hlasového spojení a buď je potřeba snížit jitter hlasových paketů, nebo je nutné se smířit s echem (tj. při velkém jitter bufferu), či se smířit s praskáním v hovoru (tj. při malém jitter bufferu);
- ♦ podle síťového plánu přenosových parametrů veřejné telefonní sítě heterogeního typu má být zaručeno, že rozptyl doby přenosu hovorových paketů bude menší než 50 msec, jinak nelze zaručit požadovanou kvalitu hlasového spojení prostřednictvím datových sítí;

□ **Citlivost mikrofonu** - je vhodné nastavit na +8 dB, čímž je zaručena správná (tj. doporučená) míra hlasitosti ve vysílacím směru (tzv. SLR - Send Loudness Rating). Zde mohou nastávat tyto okolnosti:

- ♦ IP telefon nebo brána nemají žádný prvek pro změnu citlivosti mikrofonu a pokud má koncové zařízení zároveň zajištěnu správnou míru hlasitosti ve vysílacím směru, pak je to ta nejlepší možnost, neboť je tak zajištěna nutná podmínka pro správnou úroveň hlasového signálu po celé cestě telefonního spojení a tedy i na vidlici, která může případně sloužit k napojení analogového telefonu na protější straně hovoru a nevzniká tak nebezpečí zbytečně velké absolutní hodnoty akustické nebo elektrické ozvěny (nemá-li ale koncové zařízení možnost nastavit citlivost mikrofonu a překročí-li zároveň SLR povolený rozsah, pak bude případné echo zbytečně veliké a dané zařízení by patřilo mezi značně nekvalitní produkty);
- ♦ některé IP telefony a brány mají sice uživatelsky konfigurovatelnou míru hlasitosti ve vysílacím směru, ale příslušný prvek není dostatečně jasně specifikován a není uvedena žádná jednotka (tj. výsledná míra hlasitosti v dB) - v takovém případě lze pouze ponechat implicitní nastavení tohoto parametru a důvěřovat výrobci, že tato hodnota odpovídá alespoň povolenému rozsahu SLR;

□ **Režim echo cancellation** - je vhodné ponechat zapnutý (je-li v daném koncovém zařízení implementován), případně zvolit režim dle G.168 (je-li implementováno více metod EC) a limit zpoždění echa zvolit min. 64 msec nebo raději 128 msec (je-li tuto hodnotu možné ovlivnit). Zde mohou nastávat následující negativní okolnosti:

- ♦ IP telefon nebo brána nemají žádný nastavovací prvek a v dokumentaci jsou jen nejasně, nesprávně nebo vůbec nejsou specifikovány vlastnosti EC - v takovém případě je nutné se smířit s tím, že tato funkce v daném koncovém zařízení téměř jistě není podporována;
- ♦ IP telefon nebo brána sice mají prvek pro konfiguraci echo cancellation, ale změna jeho nastavení nemá žádný pozitivní vliv - v takovém případě buď nemá koncové zařízení EC implementováno nebo není schopno potlačit echo delší než 8 či 16 či 32 msec, nebo může mít EC zařazeno až za jitter buffer nastavený na příliš velkou hodnotu (tj. nad 100 msec), nebo se jedná o EC na straně analogového rozhraní IP brány;

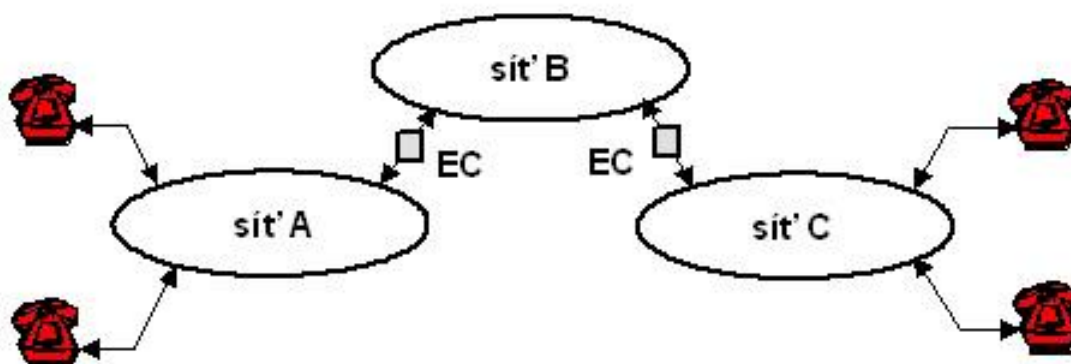
Nepříznivý vliv echa může být v koncovém zařízení typu VoIP eliminován pomocí jednoho, dvou nebo i všech výše uvedených parametrů. Kombinování jednotlivých parametrů by však mělo být prováděno opatrně. Celkově se však zdá, že funkce související s výše uvedenými parametry jsou výrobci levných IP telefonů a brán často jen deklarovány v obchodní dokumentaci a o jejich skutečné realizaci bývají někdy vážné pochybnosti, nebo jsou tyto funkce oproti obchodním prospektům a někdy i technické dokumentaci poněkud omezené.

**IP telefony a brány s příliš velkou dobou zpoždění hovorového signálu nebo s mimotoleranční mírou hlasitosti ve vysílacím směru by z hlediska síťového plánu přenosových parametrů neměly sloužit k telefonním hovorům do veřejné telefonní sítě.** Z hlediska echa naštěstí nevhodné typy VoIP koncových zařízení (resp. jejich nevhodné nastavení) postihují přímo jejich uživatele.

## Sítové potlačení echa

Z preventivních důvodů (např. pro mezinárodní hovory, pro výjimečné případy překročení max. přípustného zpoždění hlasového signálu) nebo v případech napojení tzv. Netelefonní sítě na veřejnou telefonní síť (např. internetové sítě SKYPE do klasické národní telefonní sítě PSTN) jsou na spojích mezi jednotlivými operátory používány potlačovače echa (tzv. echo cancellatory). Podobně může být konstruováno vzájemné propojení technologicky odlišných telefonních subsítí patřících jednomu operátorovi (např. mobilní síť, PSTN síť a VoIP nebo NGN síť).

Téměř výhradně se jedná o hovorová propojení konstruovaná z jednoho nebo několika svazků typu E1 se signalizací č. 7. V takovém případě si jednotliví operátoři zajišťují potlačení echa vracejícího se do jejich sítě (tj. odrazu hlasového signálu odcházejícího z jejich sítě). Pokud si toto zajistí oba operátoři, pak při vzájemném volání účastníků z různých sítí bude echo potlačováno v obou směrech. V případech, kdy je telefonní hovor veden přes více telefonních sítí aktivuje potlačení echa vždy pouze „krajní operátor“ (tj. ten, na kterého je přímo napojeno koncové zařízení, vůči němuž se echo má potlačovat). Tranzitující operátoři se tedy nepodílejí na potlačení echa, a to v žádném směru. Aktivace echo cancellace je řízena prostřednictvím signalizace č. 7.



Je-li na místě IP telefonu umístěna IP brána s analogovým rozhraním určeným pro připojení telefonu nebo pobočkové ústředny (tj. IP brána obsahující telefonní vidlici !!!), pak je velmi dobré, pokud tato brána obsahuje EC schopný potlačit případné echo vznikající na jejím analogovém rozhraní (tzv. echo „na blízkém konci telefonního spojení“) a toto echo vůbec nevstoupí do VoIP přenosu hlasu !!! V tomto případě postačuje EC se schopností potlačit echo do 8 msec.

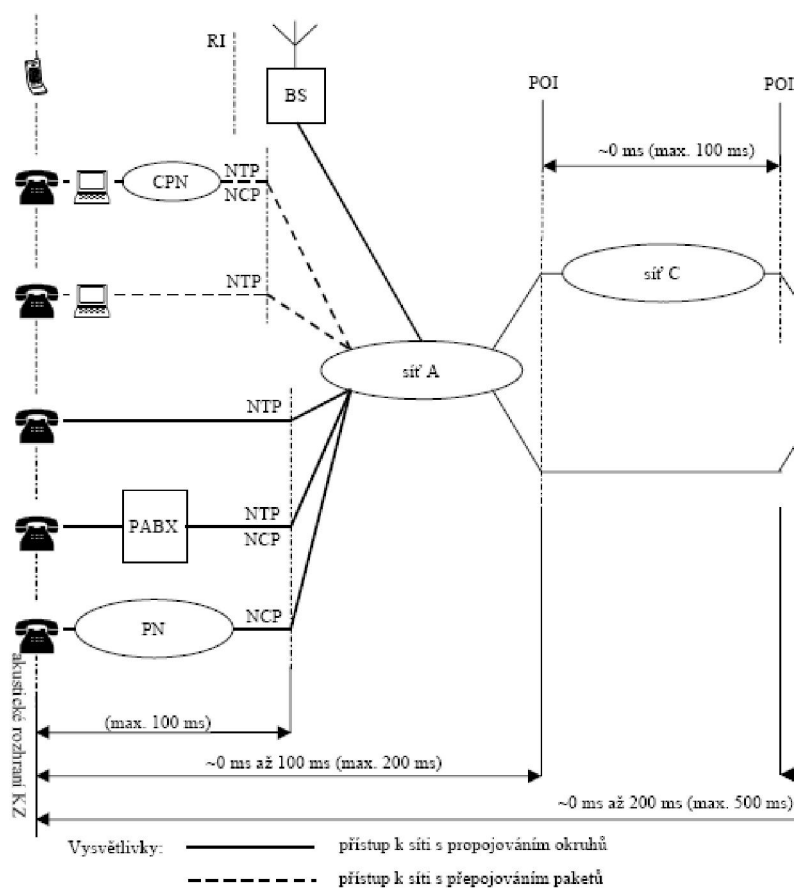


## Místní potlačení echa

V rámci privátní heterogenní sítě se jeví používání echo cancellatorů problematické, a to z těchto důvodů:

- ❑ Aktivaci místního potlačení echa nelze koordinovat se síťovým potlačení echa, neboť signalizace typu U, K, DSS1 ani SIP nemají schopnost předávat potřebné řídicí signály vůči signalizačním bodům typu SS7.
- ❑ Pobočková telefonní ústředna může mít na své vnější straně různé typy vedení, linek a svazků (tj. analogové 2-dráty, linky ISDN 2B+D, svazky typu K či ISDN 30B+D nebo VoIP spoje) a externí echo cancellatory jsou dostupné pouze pro svazky typu E1 či T1.
- ❑ Pobočkové telefonní ústředny mohou tvořit privátní telefonní sítě, kde hovory mohou být do veřejných sítí "tranzitovány" prostřednictvím spolupracujících ústředěn propojených klasickými nebo VoIP svazky.
- ❑ Externí echo cancellatory jsou zbytečně nákladným prvkem (okolo 750,- USD pro jednu E1), kde srovnatelného efektu lze dosáhnout zdarma vhodným nastavením IP telefonu nebo brány !!!
- ❑ Všechna rozhraní pobočkové ústředny lze dovybavit obvody pro echo cancellaci, ale toto řešení rovněž zbytečně zvýší cenu HW (okolo 200,- až 500,- CZK na jeden hovorový kanál) !!!

**Kvalitní IP brány by navíc měly obsahovat cancellaci echa na svém analogovém rozhraní (tj. echa směřujícího do telefonní sítě).**



## Echo cancellatory

Zařízení pro potlačování echa (dále jen EC) mají některé významné vlastnosti, které je potřeba respektovat:

- ❑ EC nemají být řazeny do kaskády, neboť jejich parametry se mohou adaptivně přizpůsobovat vlastnostem daného telefonního spojení a při kaskádním řazení nelze předpovědět, jak by se vzájemně jednotlivé EC ovlivňovaly.
- ❑ EC mají být na trase telefonního spoje vždy dva (tj. po jednom v každém směru) a každý má být schopen potlačovat echo se zpožděním min. 64 a raději 128 msec.
- ❑ EC nedovolují kvalitní faxová a modemová spojení a mají být proto vybaveny schopností automaticky rozpoznat zahájení těchto druhů „hovorů“ a v daném kanále zrušit potlačení echa nebo musí být tato funkce ovládatelná prostřednictvím telefonní signalizace.
- ❑ EC jsou zpravidla konstruovány na E1 či T1 spoje a jsou založeny na speciálních obvodech (zpravidla signálové procesory se speciálním FW a výkonností 10 až 20 MIPS / 1 hovorový kanál).

## Celkové shrnutí

V praxi nelze v IP telefonii zabránit vzniku echa, bránit lze pouze nepříznivému vlivu echa na kvalitu hovorů. Pouze na úrovni mezi jednotlivými sítěmi je účelné požívat zařízení realizující tzv. echo cancellaci. Na účastnické úrovni je nutné používat koncová zařízení (tj. telefony, brány a ústředny), které splňují limity stanovené ITU-T a z nich vyplývající národní plány přenosových parametrů. Echo nemohou způsobovat čistě 4-drátové části telekomunikačního řetězce (např. ve VoIP telefonních ústřednách). Tyto mohou pouze zhoršit podmínky pro jeho nepříznivý vliv, a to tím, že přispějí k prodloužení doby přenosu hovorového signálu.

**Jako převažující problém se z hlediska echa jeví nevhodná konstrukce mnoha nyní nabízených IP telefonů a brán, které nesplňují podmínky pro jejich začlenění do veřejných telefonních sítí.**

Řešení problému echa proto spočívá ve vytipování a systematickém testování vhodných IP telefonů i brán, jejichž technické vlastnosti vyhovují pro jejich začleňování do veřejných telefonních sítí (včetně napojování na pobočkové ústředny). Za nejdůležitější vlastnost VoIP koncových zařízení lze považovat správně nastavitelný a fungující jitter buffer. Výsledkem musí být přehled VoIP koncových zařízení umožňujících jejich bezproblémové používání (tj. přehled vhodných typů zařízení včetně specifikace otestovaných verzí jejich FW !!!).

## **Prameny**

- [1] Doporučení ITU-T G.107
- [2] Doporučení ITU-T G.108
- [3] Doporučení ITU-T G.108.1
- [4] Doporučení ITU-T G.108.2
- [5] Doporučení ITU-T G.109
- [6] Doporučení ITU-T G.113
- [7] Síťový plán přenosových parametrů veřejných telefonních sítí vydaný Českým telekomunikačním úřadem pod čj. 30003/2005-610
- [8] Impact of Delay in Voice over IP (viz [www.telchemy.com](http://www.telchemy.com))
- [9] Echo in Voice over IP Systems (viz [www.telchemy.com](http://www.telchemy.com))
- [10] Voice Quality Measurement (viz [www.telchemy.com](http://www.telchemy.com))
- [11] Výsledky vyhledávání pomocí serveru [www.google.com](http://www.google.com) při zadání klíčových slov „voip echo cancellation jitter buffer white paper“

V Praze, dne 14.6.2006

Zpracoval: Ing. Ivo Fišer, [ivo.fiser@phonet.cz](mailto:ivo.fiser@phonet.cz)  
ředitel společnosti ProTel engineering, spol. s r.o.

Oponovali: Ing. Petr Šebek, Ing. Zdeněk Svoboda, Ing. Josef Janeček,  
David Bazala, Martin Stařík, Ing. Jiří Kintšner st., Ing. Karel Škobis,  
Václav Bambula, Ing. Miroslav Nesrsta a Ing. Vladimír Pravda