

# Měření parametrů přenosového kanálu systému eCall v osobních automobilech

Stanislav Bouzek<sup>1</sup>, Oldřich Tureček<sup>2</sup>

Katedra technologií a měření  
Fakulta elektrotechnická  
Západočeská univerzita v Plzni  
sbouzek@ket.zcu.cz<sup>1</sup>, turecek@ket.zcu.cz<sup>2</sup>

## Measurement of Parameters of the eCall System Transmission Channel for Passenger Car

**Abstract** – Emergency call system, which in the case of traffic accidents ensure rapid assistance to motorists, will be mandatory for all new passenger cars approved since 2017 - 2018. The speech intelligibility as one of the parameters of eCall developed for cars depends on parameters of the transmission channel. Due to the internal design and arrangement of the car interior, there are not many suitable variations of speaker location in terms of quality of speech transmission. Therefore, ITU standards provide the recommended values and measurement procedure of important parameters. The paper deals with methods of measurement RLR, THD and SNR parameters inside the car.

**Keywords** – Transmission channel; Speech quality; RLR; eCall

### I. ÚVOD

eCall je systém rychlé pomoci řidičům, který v případě dopravní nehody automaticky zajistí spojení a komunikaci se složkami záchranného systému. Do osobních automobilů je zaváděn nově a bude povinný pro všechny automobily homologované od roku 2017. Při návrhu interiéru a palubní desky je dnes kladen velký důraz na design a vhodné pozice pro umístění reproduktoru a mikrofonu systému eCall jsou obsazeny jinou výbavou automobilu. Systém eCall musí být samostatný a nezávislý, z těchto důvodů nemůže být připojen například k reproduktorům vnitřního audiosystému a handsfree mikrofonu. Tento článek se věnuje měření parametrů přenosového kanálu od vstupu zesilovače systému eCall k uším řidiče.

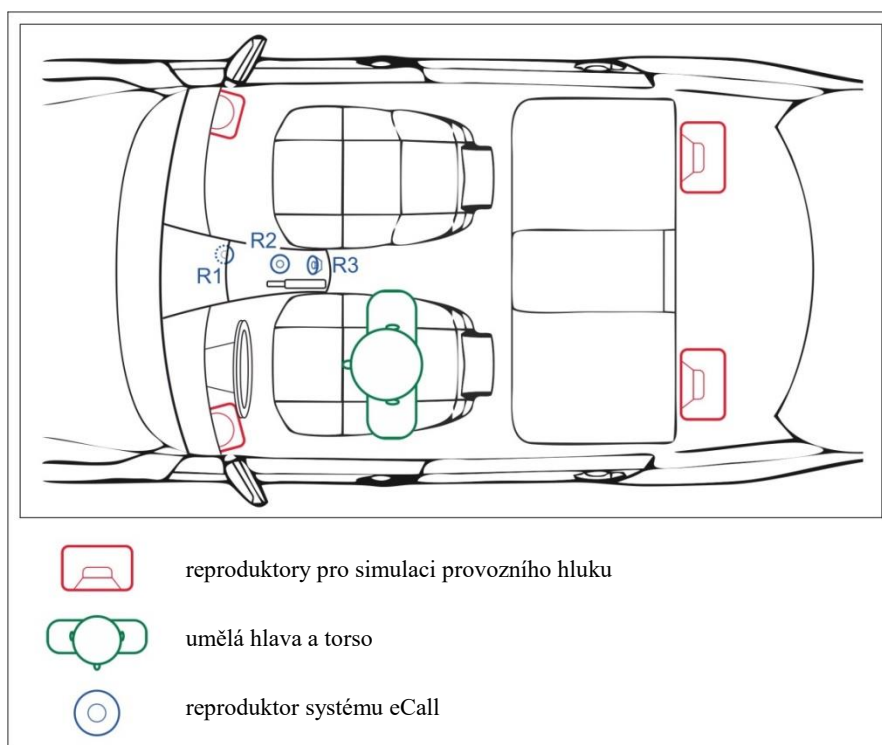
### II. MĚŘENÍ PARAMETRŮ PŘENOSOVÉHO KANÁLU

Byly vybrány tři zkušební pozice umístění reproduktorů. První pod ovládacím panelem rádia a další dvě za řadicí pákou (viz obr. I). Normy ITU uvádějí doporučené hodnoty a vhodné měřící postupy důležitých parametrů, kterými jsou RLR, SNR a THD. Parametr RLR (Receive Loudness Rating) – udává míru hlasitosti v přijímacím směru a popisuje tak přenosový kanál od vstupu zesilovače k uším řidiče. Měření všech zmíněných parametrů je realizováno uvnitř vozidla pomocí torsa a umělé hlavy.

#### A. Simulace provozního hluku

Z důvodu umístění torsa na sedadle řidiče, není možné měřit parametry za jízdy. Provozní hluk je proto vytvořen uměle, pomocí čtyř samostatných reproduktorů

umístěných v interiéru vozidla. Reproductory jsou buzeny růžovým šumem, ekvalizovaným pomocí stereo třetino-oktávových filtrů na charakter hluku vozidla jedoucího 120 km/h se zapnutou vnitřní cirkulací vzduchu. Dva reproductory pod palubní deskou jsou připojeny na jeden kanál zesilovače, další dva jsou umístěny na pozici hlavových opěrek zadních sedadel a připojeny k druhému kanálu zesilovače. Provozní hluk je nahráván umělou hlavou na pozici spolujezdce a v této pozici je také ověřována ekvalizace simulovaného hluku. Ten musí nahranému hluku odpovídat v jednotlivých pásmech s tolerancí  $\pm 3$  dB a v celkové úrovni  $\pm 1$  dB. Porovnávají se hodnoty pro levé ucho umělé hlavy v třetino-oktávových pásmech od 100 Hz do 10 kHz.



**Obrázek I. Umístění měřícího vybavení v interiéru vozidla**

### B. Korekce umělé hlavy

Vložení mikrofону do ucha umělé hlavy se změní jeho směrová frekvenční charakteristika. V případě, že systém eCall používá jeden reproduktor, je nutné zavést korekci umělé hlavy pro volné pole. Pokud je systém eCall realizován pomocí více reproduktorů, používá se korekce pro difúzní pole. Korekci pro volné pole je možné změřit v bezodrazové komoře, udává odchylku od frekvenční charakteristiky samostatného mikrofónu. Minimální vzdálenost měřícího reproduktoru a umělé hlavy je 1,5 m.

### C. Měřicí signály

Měření bylo provedeno pomocí několika signálů. Nové normy ITU doporučují sekvenci dlouhou 35 s, složenou z několika vět ženské a mužské řeči s prodlevou 0,5 s. Starší normy obsahovaly samostatné sekvence umělé ženské a mužské syntetizované řeči. Sekvence reálné řeči má lepší parametr SNR než umělá řeč. Úroveň signálu je měřena po celou dobu trvání sekvence. Pro testovací účely byl sestaven prototypový zesilovač s  $600\Omega$  vstupem a regulací zesílení.

#### D. Výpočet RLR

Hodnota parametru RLR nezávisí pouze na pozici reproduktoru a hlavy. Protože výpočet je definován jako přenos mezi vysílacím místem ( $600\Omega$  vstup zesilovací jednotky) a přijímacím místem (mikrofon v uchu umělé hlavy), závisí RLR také na zesílení jednotky. RLR se měří v pásmu 100 Hz až 8 kHz. Do výpočtu se dosazují hladiny akustického tlaku naměřené v třetino-oktávných pásmech. Celý postup výpočtu je popsán v normě ITU P.79. Je možné dosazovat hodnoty z pravého ucha umělé hlavy (na sedadle řidiče) nebo z obou uší (jako napěťový součet). Od vzorce (1) se pak odečítá korekce -14 dB pro pouze jedno ucho nebo -8 dB pro obě uši.

$$RLR = -57,14 \log_{10} \sum_{l=1}^{20} 10^{\frac{S_{UJE(l)} - W_r(l)}{57,14}}; [dB] \quad (1)$$

kde  $S_{UJE}$  je citlivost od vstupu zesilovače k uchu řidiče

$W_r$  je váhovací koeficient pro výpočet RLR

Měření RLR bylo provedeno pro 3 zkušební pozice reproduktoru v různých podmínkách – automobil v klidu, simulace okolního hluku pro různé rychlosti, různé pozice sedadla řidiče a umělé hlavy. Pro ověření správnosti měřicí metody musí být splněna následující podmínka: Změna vstupní úrovně o  $\pm 5$  dB nesmí vyvolat změnu RLR vyšší než 0,5 dB, toto ověření se provádí bez provozního hluku. Hodnota RLR by podle ITU měla být v rozsahu  $2 \pm 4$  dB, nastavení zesílení jednotky umožňuje změnu RLR až o 15 dB. Pro měření všech parametrů bylo zesílení nastaveno shodně.

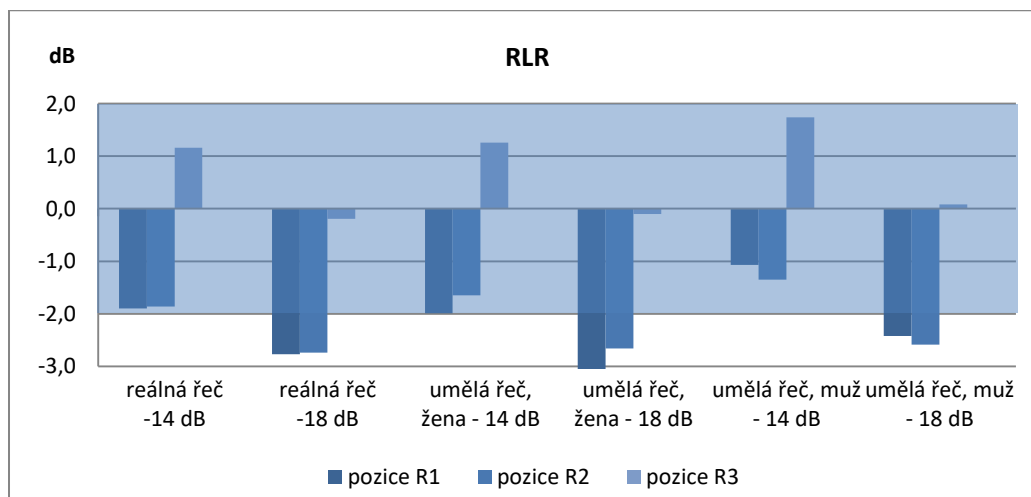
#### E. Měření parametrů THD a SNR

Parametry THD a SNR byly měřeny pro stejnou vstupní úroveň a pozici umělé hlavy jako RLR. THD bylo měřeno pro frekvence 300, 500 a 1000 Hz. Pro určení hodnoty SNR musí být změřena celková A-vážená úroveň provozního hluku a dále úroveň testovací sekvence včetně provozního hluku.

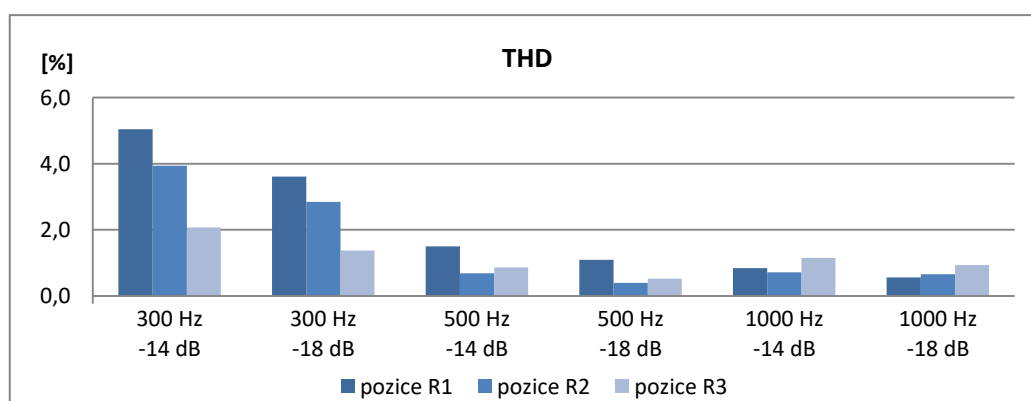
#### F. Výsledky měření

V následujících grafech jsou uvedeny výsledky pro jednu pozici umělé hlavy a dvě úrovně vstupního signálu, data jsou vyhodnocena z mikrofону umístěného v pravém uchu. Vstupními signály byla sekvence reálné řeči a umělá syntetizovaná mužská a ženská řeč. Pro vstupní úroveň -14 dBV vyhovují požadavku normy  $RLR = 2 \pm 4$  dB všechny zkušební pozice reproduktorů. Pouze pozice R3 ale splní podmínku při vstupní úrovni -18 dBV.

Parametr THD je ve většině případů menší než 3 %, nejnižší zkreslení vychází opět pro pozici R3, kdy je zkreslení menší než 3% i pro frekvenci 300 Hz. Jako dostatečná hodnota SNR bylo určeno 6 dB. Tuto podmínku splňují všechna měření pro vstupní úroveň -14 dBV.



**Obrázek II. Výsledky měření RLR**



**Obrázek III. Výsledky měření THD**

### III. ZÁVĚR

Měření parametrů RLR, THD a SNR bylo realizováno uvnitř interiéru osobního automobilu podle platných norem ITU. Z výsledků provedených měření lze určit nejvhodnější pozici umístění reproduktoru pro systém eCall. Nejlepších parametrů dosahuje pozice R3 s úrovní vstupního signálu -14 dBV. Výzkum bude dále pokračovat měřeními parametrů přenosového kanálu od úst řidiče k mikrofonu systému eCall.

### PODĚKOVÁNÍ

Tento článek vznikl za podpory interního projektu na podporu studentských vědeckých konferencí SVK-2016-006 a projektu SGS-2015-002: Moderní metody řešení, návrh a aplikace elektronických a komunikačních systémů.

### LITERATURA

- [1] Norma ITU-T P.1100: Narrow-band hands-free communication in motor vehicles. 3rd ed. Geneva, 2015
- [2] Norma ITU-T P.79: Calculation of loudness ratings for telephone sets. 6th ed. Geneva, 2007.
- [3] Norma ITU-T P.501: Test signals for use in telephony. 5.3rd ed. Geneva, 2015