**1. EFEKT FUZZ FACE – SIMULACE A MĚŘENÍ**

V této úloze provedete počítačovou simulaci a měření kytarového efektu Fuzz Face, zkonstruovaného na desce plošného spoje. Schéma efektu je uvedeno níže a jeho principem je vytváření zkreslení pomocí přebuzení dvou PNP tranzistorů. Během simulací v prostředí LTspice a při měření budete zkoumat časové průběhy signálů efektu při buzení sinusovým napětím o různé amplitudě. Dále si vyzkoušíte vliv efektu na zvuk kytary a prozkoumáte, do jaké míry je simulátor LTspice schopen vytvořit zvuk odpovídající reálně zkonstruovanému efektu.

**Schéma zapojení efektu Fuzz Face**



**Úkoly měření:**

1. Na počítači spusťte soubor D:\NKZT\LTspice\Fuzz\_face\_trans.asc, který se otevře v programu LTspice. Pokud se objeví dotaz na aktualizaci programu, zvolte Ne. Prohlédněte si schéma, které je již připraveno ke spuštění Transient (přechodové) analýzy simulující časové průběhy signálů v obvodu. Zvolte tedy z menu Simulate – Run a objeví se připravené osy grafu. Klikněte na vodič IN ve schématu (kurzor se musí před klikem změnit na červenou sondu) a zobrazte časové průběhy vstupního napětí s přednastavenými amplitudami 1 mV, 5 mV, 20 mV a 50 mV. Klikněte pravým tlačítkem na graf a zvolte Add Plot Pane. Poté klikněte do schématu na uzel COL\_Q1 a zobrazte průběhy napětí na kolektoru tranzistoru Q1. Opět zvolte Add Plot Pane a do třetího grafu přidejte napětí v uzlu OUT. Okno s časovými průběhy maximalizujte a vložte tyto průběhy do protokolu např. přes schránku (menu Tools – Copy bitmap to Clipboard). Popište, k jakým pozorovatelným jevům v obvodu dochází (zesílení, invertování signálů, zkreslení kladné, záporné, obou polarit signálů).
2. Zavřete soubor Fuzz\_face\_trans.asc pomocí File – Close a neukládejte. Otevřete soubor D:\NKZT\LTspice\Fuzz\_face\_zvuk.asc a prohlédněte si textové příkazy v horní a dolní části schématu. Tento soubor slouží pro demonstraci zpracování zvukového wav souboru pomocí simulátoru LTspice. Vstupním souborem je guitar\_in.wav, výstupním pak guitar\_out.wav, oba jsou umístěny ve složce D:\NKZT\LTspice. Nastavte přenos řízeného zdroje E1 na hodnotu 0,07 (pravým tlačítkem a vyplněním hodnoty Value). Tím dojde k zeslabení vstupního importovaného signálu na efektivní hodnotu přibližně 5 mV. Proveďte Transient analýzu a do protokolu vložte průběhy vstupního (uzel IN) a výstupního (uzel OUT) napětí ve dvou grafech nad sebou, zobrazující vyřezaný časový úsek cca 100 ms (použijte např. zoom nebo nastavení rozsahu časové osy – pravým klikem na osu). Tento časový úsek volte tam, kde je zřetelný signál, nevolte jej např. od počátku (0 ms až 100 ms), kde je ještě signál nulový. Exportovaný zvukový soubor D:\NKZT\LTspice\guitar\_out.wav si překopírujte do svého adresáře vytvořeného v D:\student a přejmenujte na guitar\_out\_5mV.wav. Opakujte postup z tohoto úkolu pro přenos zdroje E1 0,28, což odpovídá efektivní hodnotě vstupního napětí cca 20 mV. Výsledkem budou opět časové grafické průběhy pro protokol a zvukový soubor guitar\_out\_20mV.wav. Zavřete soubor Fuzz\_face\_zvuk.asc pomocí File – Close a neukládejte. Oba vytvořené wav soubory si poslechněte, srovnejte navzájem a s původním souborem guitar\_in.wav a poznatky okomentujte. Všechny zmíněné zvukové soubory si můžete nakopírovat na své úložiště pro pozdější vyhodnocení. Zhodnoťte také dobu trvání simulace vzhledem k délce zvukového souboru.
3. Připojte vámi zkonstruovaný obvod k měřicím přístrojům podle následujícího obrázku.



Napájecí napětí zdroje E3620A volte 9 V a využijte jeho příslušnou červenou a černou svorku. Zelenou svorku nezapojujte. Na osciloskopu nastavte synchronizaci (Trigger) pro nástupnou hranu výstupního signálu z obvodu (Source = 2). Pro lepší zobrazení malého vstupního signálu zvolte z nabídky Acquire průměrování zobrazení – Averaging pro 32 vzorků (#Avgs = 32). Na generátoru nastavte sinusový průběh s kmitočtem 1 kHz a mezivrcholovou hodnotou 1 mVpp. Ve skutečnosti kvůli absenci 50 Ω zátěže bude hodnota výstupního napětí přibližně 2x vyšší. Je tedy vhodné při nastavování amplitudy na generátoru kontrolovat její skutečnou hodnotu osciloskopem. Pomocí měření mezivrcholové hodnoty osciloskopem (Meas, Type: Pk-Pk) tedy nastavte na generátoru mezivrcholovou hodnotu 2 mVpp, což odpovídá amplitudě 1 mV. Na generátoru by tomu mělo odpovídat nastavení amplitudy 1.1 mVpp. Pozor, na osciloskopu lze vybrat i měření „Type: Ampl“, to ale nezobrazuje amplitudu, ale opět mezivrcholovou hodnotu. Skutečná amplituda je tedy poloviční. Nezapomeňte aktivovat výstup generátoru pomocí stisku tlačítka Channel a volby Output On tlačítkem pod displejem. Průběhy vstupního a výstupního napětí z osciloskopu vložte do protokolu (např. uložením na USB flashdisk funkcí Save nebo vyfocením v dostatečné kvalitě). Opakujte totéž měření pro amplitudy vstupního napětí 5 mV a 20 mV – opět tyto hodnoty nastavujte podle osciloskopu. Získané průběhy vložte do protokolu, okomentujte a srovnejte s výsledky simulací z bodu 1).

1. Zapojte obvod k externí zvukové kartě počítače M-AUDIO Fast Track a k osciloskopu podle následujícího obrázku.



Jako vstup zvukové karty použijte zdířku JACK se symbolem kytary a jako výstup sluchátkovou zdířku JACK. Potenciometr Guitar Gain nastavte zhruba na polovinu rozsahu. Na počítači si překopírujte soubor D:\NKZT\Audacity\Fuzz\_face.aup3 do svého adresáře vytvořeného v D:\student a poklikáním jej spusťte v programu Audacity. V souboru jsou připraveny dva zvukové signály – Test Tone a GTR. Stopa TestTone je harmonický testovací signál s kmitočtem 440 Hz a konstantní amplitudou. Tento signál slouží pro kalibraci úrovně výstupu zvukové karty. Klikněte na políčko „Solo“ pod názvem TestTone pro přehrávání pouze tohoto signálu. Na osciloskopu přepněte Acquire na „High Resolution“ a z nabídky „Meas“ zvolte typ zobrazení „AC RMS – Full Screen (Std Deviation)“. V Audacity spusťte přehrávání TestTone a pomocí ovládání hlasitosti potenciometrem Output na externí zvukové kartě nastavte úroveň výstupního signálu tak, aby byla hodnota AC RMS na osciloskopu 5 mV. Klikněte na tlačítko „Solo“ u druhé stopy s názvem GTR. Přesvědčte se, že na liště nad časovou osou programu je nastaveno „1 (Mono) Recording Channel“. Klikněte na připravenou prázdnou stopu s názvem 5mVrms, která bude mít zapnuté tlačítko „Mute“ a bude žlutě ohraničena. Stiskněte tlačítko „Skip to Start“, které se nachází napravo od tlačítka „Stop“. Spusťte nahrávání stiskem červeného tlačítka „Record“. Počkejte, až se přehraje a zaznamená celá zvuková stopa (cca 19 sekund) a poté stiskněte tlačítko „Stop“ pro ukončení nahrávání. Nahrávání podobně opakujte pro nastavení hodnoty RMS testovacího signálu na osciloskopu 20 mV a pro tento záznam využijte připravenou stopu s názvem 20mVrms. Pak si tyto nahrané stopy jednotlivě (se stiskem Solo) přehrajte a v protokolu zhodnoťte vliv efektu v závislosti na velikosti signálu. Dále porovnejte nahrané stopy se zvukovými výstupy z programu LTspice. Všechny vzniklé soubory je vhodné si uchovat pro zpracování protokolu.