T 142074

วิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอเทคนิคการแปลงสัญญาณเสียงแบบ PCM (Pulse Code Modulation) เป็นสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation) เพื่อป้อนให้กับภาคขยายของวงจรขยายเสียงคลาสดี โดยไม่ต้องอาศัยตัวแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก โดยได้เลือกศึกษารูปแบบของสัญญาณเสียง 16 บิตที่บันทึกบนซีดีรอมเป็นกรณีตัวอย่าง เทคนิคนี้พัฒนาขึ้นจากความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงความถี่ของสัญญาณทั้งสองแบบ สัญญาณ PWM ที่ได้จากการแปลงสัญญาณเสียง PCM ความถี่ 44.1 kHz โดยใช้เทคนิคดังกล่าว จะมีความถี่ของสัญญาณอ้างอิง (Reference signal) ประมาณ 5.89 GHz ซึ่งไม่สามารถสร้างขึ้นได้ในทางปฏิบัติ จึงต้องมีการลดระดับการควอนไตซ์ (Re-quantize) สัญญาณให้เหลือ 8 บิต เพื่อให้สัญญาณ PWM มีความถี่ Reference signal ประมาณ 22.5 MHz ซึ่งสามารถสร้างได้จริง แต่เมื่อทำการควอนไตซ์ลดระดับจะทำให้ความละเอียดของสัญญาณสูญเสียไป จึงต้องมีการชดเชยความเพี้ยนของสัญญาณที่เกิดขึ้น วิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอการชดเชยความผิดเพี้ยนโดยใช้เทคนิคการทำโอเวอร์แซมปลิ้ง (Oversampling) ซึ่งเป็นการเพิ่มจำนวนจุดของการสุ่มข้อมูล และการใช้สัญญาณ PWM แบบ 9 บิต โดยทั้งสองวิธีนี้จะทำให้สัญญาณ PWM ที่ได้มีความเพี้ยนเชิงฮาร์โมนิกส์ลดลง สัญญาณ PWM ที่แปลงจากสัญญาณ PCM โดยใช้เทคนิคดังกล่าวจะถูกนำมาวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความผิดเพี้ยนของสัญญาณและสเปคตรัมเชิงฮาร์โมนิกส์ เพื่อหาความมีประสิทธิผลของวิธีการชดเชยความเพี้ยนแบบต่าง ๆ ผลการจำลองการทำงานของตัวแปลงสัญญาณดังกล่าวด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์พบว่า เทคนิคการแปลงสัญญาณ PCM เป็นสัญญาณ PWM แบบ 9 บิต สามารถลดแอมปลิจูดของสัญญาณฮาร์โมนิกส์อันดับต่ำ ๆ และค่าแฟคเตอร์ความเพี้ยนเชิงฮาร์โมนิกส์รวม (THD) ลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และหากใช้การโอเวอร์แซมปลิ้งประกอบด้วยจะให้ผลที่ดียิ่งขึ้น

This thesis presents an optimal algorithm to convert a PCM (Pulse Code Modulation) audio signal to a PWM (Pulse Width Modulation) signal that is normally used for a switch-mode (class D) amplifier circuit without using a digital to analog converter (DAC). A 16-bit audio format commonly used in CD ROM's was chosen as a case study. The technique is developed from the frequency-domain relationship of the PCM and PWM signals. The PWM reference signal resulted from the direct conversion of 44.1 kHz PCM signal would become as high as 5.89 GHz and hence is not realizable. This restriction can be overcome by re-quantize 16-bit PCM signal to the 8-bit one so that the PWM reference signal will have a realistic frequency of 22.5 MHz. However, such a re-quantization reduces the PCM signal resolution and causes harmonic distortion on the resulting PWM signal. Since the signal distortion is undesirable and needs to be minimized, the thesis proposes two compensation methods: "signal oversampling" and "9-bit PWM pattern". The former is effectively equivalent to increasing the number of sampling points of the PCM signal while the latter tends to increase the signal resolution by means of an extra polarity bit. Harmonics and distortion analysis were used to evaluate the PWM signals obtained from the aforementioned techniques and to reveal the effectiveness of each technique. Computer simulation of the PCM to PWM signal conversion was developed and the results indicate that the proposed PCM to 9-bit PWM conversion technique is able to decrease the amplitudes of low-order harmonics and the total harmonic distortion factor (THD) significantly. The reduction of harmonics is more pronounced when the signal oversampling is used in conjunction.