



اولین همایش ملی فناوری در مهندسی کاربردی باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی (NCTAE2016)  
واحد تهران غرب، 21 بهمن ماه 1395



## طراحی سیستم بلندگوی جهتدار بر مبنای پردازش سیگنال صوتی

مهدی فرامرزی

گروه مهندسی برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب

[mhdpro@yahoo.com](mailto:mhdpro@yahoo.com)

[info@LumensCo.com](mailto:info@LumensCo.com)

چکیده - در این مقاله به بررسی اجمالی طراحی یک سیستم پخش صوت به صورت خطی و جهتدار خواهیم پرداخت. در این طراحی که با استفاده از الگوریتم های پیچیده پردازش سیگنال صوتی صورت گرفته است سعی خواهیم کرد که توابع دیجیتالی مورد نیاز، توابع تبدیلی Hilbert، فیلترها و مدولاسیون دامنه و تبدیلات سیگنال های تلفیق شده دیجیتال به سیگنال های PWM را، توسط تراشه قدرتمند FPGA سری Spartan-6 انجام دهیم. همچنین در شبیه سازی های اولیه نشان خواهیم داد که سیگنال های صوتی ورودی به این سیستم به چه صورت توسط الگوریتم های SSB و با استفاده از اثر غیرخطی تلفیق کننده هوا (Air nonlinear Modulator)، به گوش ما خواهند رسید. با استفاده از مراحل مختلف پیش پردازش، نرخ نمونه برداری دقیق و اعمال توابع متعدد پردازش سیگنال شاهد کمترین ایجاد اعوجاج و نویزهای جانبی در سیستم خواهیم بود. نمونه های عملیاتی این سیستم در مدهای فرکانسی مختلف ساخته شده و دارای قابلیت تجاری سازی می باشد. کلیدواژه- بلندگوی جهتدار - بلندگوی خطی - پردازش سیگنال صوتی - پردازش سیگنال FPGA- شنوایی آلتراسونیک - بلندگوی آلتراسونیک.

دیافراگم بلندگو معادل 16 متر باشد که این موضوع در واقعیت غیرعملی است.

### 1- مقدمه

بنابراین در بلندگوی جهتدار می بایست به دنبال تعریف جدیدی از انتشار صوت در فضا باشیم. در این سیستم به کمک فرکانس های مافوق صوت آلتراسونیک، و در بازه 90-40 کیلوهرتز، سیگنالهای صوتی را بر روی فرکانس آلتراسونیک (حامل) سوار کرده و با استفاده از اثر غیرخطی تلفیق کننده هوا، (nonlinear Modulator) صوت را به صورت باریکه خطی در فضا منتشر می کنیم [1]. تحقیقات بسیاری توسط محققان این حوزه صورت گرفته تا بتواند آرایه های پارامتریک مناسبی را برای تولید صدای تک جهته ایجاد کنند.

امروزه کاربری های تجاری، آموزشی و نظامی این سیستم بسیار مورد توجه قرار گرفته است. کاربری های تجاری این سیستم به طور خلاصه عبارتند از: نمایشگاهها و موزه ها (جهت معرفی و توضیحات صوتی هر اثر تاریخی و هنری بدون ایجاد اختلال با دیگر آثار جانبی)، سیستم های حمل و نقل نظیر قطار، اتوبوس و خودرو (جایگزینی مناسب و پیشرفته ای برای هدفون خواهد

سیستم پخش صدای جهتدار، نمونه منحصر بفردی از بلندگو می باشد که همانند پرتو لیزر قابلیت پخش صوت در یک جهت یا به عبارتی یک نقطه خاص را دارد. تصور کنید که همانند پرتو لیزر می توانید صوت را نیز به صورت باریکه ای از سیگنال های صوتی در فضا منتشر کنید. این قابلیت بر خلاف عملکرد بلندگوهای رایج که صوت را به صورت کره موج و در تمام جهات منتشر می کنند، می تواند صوت را به صورت باریکه ای خطی و کنترل شده و در زاویه  $\pm 7$  درجه در فضا منتشر کند.

با توجه به اینکه رنج شنوایی انسان در بازه فرکانسی 20 هرتز تا 20 کیلوهرتز می باشد و با توجه به معادله طول موج صوتی که برابر است با:  $\lambda = \frac{v}{f}$  (1)، اگر بخواهیم به عنوان مثال برای انتشار سیگنال صوتی خطی با فرکانس حدود 2 KHz، از بلندگوهای متعارف استفاده کنیم، می بایست قطر صفحه