



دانشکده مهندسی برق

طراحی و شبیه‌سازی آرایه‌ی انعکاسی دو بیم با استفاده از فراسطوح هویگنس

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی برق گرایش مخابرات میدان و موج

نام دانشجو:

مهدی بابازاده

استاد راهنما:

دکتر نادر کمجانی

آبان ۱۴۰۰

چکیده

اصل هویگنس^۱ که ابتدا در اپتیک^۲ مطرح شد، بیان کرد که هر نقطه در روی جبهه موج را می‌توان به صورت یک منبع نقطه‌ای در نظر گرفت. اما فراسطوح^۳ هویگنس به طور عمومی بیانگر مجموعه‌ای از منابع جریان الکتریکی و مغناطیسی روی یک شرط مرزی نازک هستند که آرایه منابع هویگنس را تشکیل می‌دهند. فراسطوح هویگنس در ابتدا به صورت تئوری و با بهره‌گیری از محاسبات شرایط مرزی الکترومغناطیس مطرح شدند. این رویکرد از آنجایی که تمامی میدان‌های موجود در شرط مرزی موردنظر (فراسطح) در نظر گرفته می‌شوند، یکی از کامل‌ترین روش‌های طراحی سطوح مهندسی امواج در کنار رویکردهای مهم دیگری مانند تصویربرداری لیزری^۴ به حساب می‌آید. البته پیچیدگی روابط و محاسبات در این روش و همچنین مشکلات تحقق این ساختارها از مشکلات این رویکرد به حساب می‌آید. در تحلیل و طراحی فراسطوح اغلب از مفهوم‌های انتزاعی استفاده می‌شود و تمامی عوامل تأثیرگذار در طراحی در نظر گرفته نمی‌شود. بنابراین نیاز به روش‌های با تحلیل کامل‌تر در این طراحی‌ها بیشتر حس می‌شود. هدف از بررسی این روش در کنترل امواج، بررسی کامل عوامل مؤثر در این امر و موانع و مشکلات طراحی و ارائه راه‌حلی بر آن‌ها است.

در این پایان‌نامه با استفاده از روابط و تئوری هویگنس، به طراحی بازتابنده‌های دو بیم و تک بیم خواهیم پرداخت که تحت تابش یک موج صفحه‌ای قرار می‌گیرند. با استفاده از کد متلب محاسبات انجام شده و از خروجی آن‌ها در شبیه‌سازی در نرم‌افزار HFSS استفاده خواهد شد. سمت گرایی‌های حدود 31 dB برای هر بیم و همچنین پهنای باند ۱۰٪ در فرکانس مرکزی 12 GHz بدست می‌آید. سپس تحلیلی بر روش‌های ساخت این ساختارها و موانع و مشکلات آنها خواهیم داشت.

واژه‌های کلیدی: فراسطوح، هویگنس، منابع هویگنس، شرایط مرزی، امواج سطحی

^۱ Huygens

^۲ Optics

^۳ Metasurface

^۴ Holographic

Abstract:

Huygens Principle that was first declared in Optics, showed that every single point in the wavefront can be presented as a Point Source. Huygens Metasurfaces Generally are a group of Electric and Magnetic Sources on a Boundary condition that create Huygens Sources array. Huygens Metasurfaces were Presented as Principle at first by Boundary conditions calculations. Because of considering all of Fields and boundary conditions, Huygens Principle in metasurfaces is a robust and precise method for designing metasurfaces. Of course this principle has complex calculations and Electromagnetical solutions and some limitations. In Metasurface researches, often Abstract concepts are used to design are all of the affecting factors are not considered. So, there is need to Complete design methods that Consider all of factors in designing metasurfaces. The purpose of study in Huygens principle is to review of effectiveness of this method in wavefront manipulation, considering all of affecting factors and limitations and suggest solutions to them.

In this article, we will have a review on Historical course and last researches in Huygen's Metasurfaces. After reviewing principles and theorem of Huygens, we will design one and two beams Reflectors with high efficiency and directivity about 30 dB and 10% Bandwidth in center frequency of 12 GHz. Then we will have a review of Realizations prospects of impedance surfaces.

Keywords: Metasurfaces, Huygens, Huygens Sources, Boundary Conditions, Surface Waves