

PLAZMA AKTÜATÖRLERİ İLE RADAR KESİT ALANININ AZALTILMASI

KÜBRA ÇİFTÇİ¹, CANER ÖZDEMİR²

¹ADANA ALPARSLAN TÜRKİŞ BİLİM VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ, HAVACILIK VE UZAY BİLİMLERİ FAKÜLTESİ, HAVACILIK VE UZAY MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

²MERSİN ÜNİVERSİTESİ, MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ, ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

PROJENİN AMACI

- PROJENİN TEMEL AMACI, DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE (DBD) PLAZMA AKTÜATÖRLERİ YARDIMIYLA HAVA ARAÇLARININ YÜKSEK RADAR KESİT ALANINA (RCS) SAHİP BÖLGELERİNE UYGULANARAK RADAR SİSTEMLERİ TARAFINDAN TESPİT EDİLEBİLİRLİĞİNİ AZALTMAKTIR.

PROJENİN TANIMI

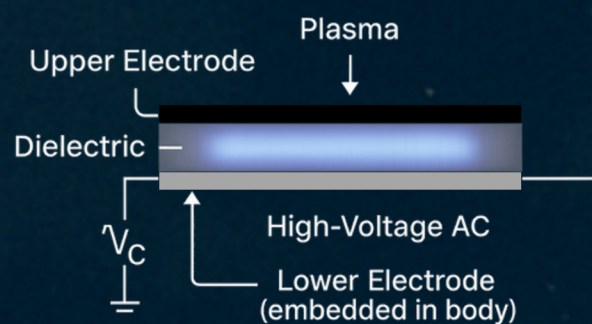
- PROJE KAPSAMINDA, HAVA ARAÇLARININ RADAR GÖRÜNÜRLÜĞÜNÜ AZALTMAK AMACIYLA GÖMÜLÜ ELEKTROTLU YÜZEY PLAZMA AKTÜATÖRLERİ (DBD - DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE) KULLANILACAKTIR. PLAZMANIN ELEKTROMANYETİK DALGALARLA GÜÇLÜ ETKİLEŞİMİNDEN YARARLANILARAK, HAVA ALIKLARI, DIKEY STABİLİZELER VE KÖŞE BİRLEŞİMLERİ GIBI RADAR YANSIMASININ YOĞUN OLDUĞU BÖLGELERDE RADAR KESİT ALANI (RCS) DEĞERİNDE DÜŞÜŞ SAĞLANMASI HEDEFLENMEKTEDİR.
- PLAZMA; SERBEST ELEKTRONLAR VE İYONLARDAN OLUŞAN, ELEKTROMANYETİK DALGALARLA GÜÇLÜ ETKİLEŞİM KURABİLEN İYONİZE BİR GAZ ORTAMIDIR. PLAZMANIN RADAR DALGALARINA ETKİSİ; ELEKTRON YOĞUNLUĞU, SICAKLIK VE PLAZMA KALINLIĞI GIBI PARAMETRELERLE BELİRLENİR [1]. RADAR FREKANSI İLE PLAZMA FREKANSI ARASINDAKİ İLİŞKİ SAĞDAKİ FORMÜLLE İFADE EDİLİR:
- FORMÜL KRİTİK PLAZMA FREKANSI, ELEKTRON YOĞUNLUĞU, ELEKTRON YÜKÜ, ELEKTRON KÜTLESİ VE VAKUM GEÇİRGENLİĞİ GIBI PARAMETRELERİ İFADE EDER [3]. KRİTİK FREKANS, PLAZMANIN RADAR SINYALINI ABSORBE ETME KAPASİTESİNİ BELİRLER.
- LİTERATÜRE GÖRE, YÜKSEK YOĞUNLUKLULU PLAZMA KALKANLARININ RADAR DALGALARINI YALNIZCA YANSITMAKLA KALMAYIP SOĞURABİLİDİĞİ VE RCS DEĞERİNDE %60'A KADAR AZALMA SAĞLANDIĞI BELİRTİLMİŞTİR [4], [5].
- PROJEDE KULLANILACAK AKTÜATÖRLER, YÜZEYDE LOKAL PLAZMA OLUŞTURARAK GELEN RADAR DALGALARINI SOĞURMA, DAĞITMA VEYA FREKANS KAYDIRMA YOLUYLA ETKİSİZ HALE GETİRMİYİ AMAÇLAMAKTADIR.
- BÖYLECE; HAFİF, ESNEK YAPISI VE ELEKTRİKSEL OLARAK HIZLI KONTROL EDİLEBİLMESİ SAYESİNDE KLASİK RADAR EMİCİ MALZEMELERE ALTERNATİF OLARAK İLERİ NESİL SAVAŞ UÇAKLARI VE İHA'LARDA UYGULANABİLECEK AKTİF BİR GİZLİLİK ÇÖZÜMÜ SUNMAKTADIR. AYRICA, SADECE BELİRLİ BÖLGELERDE LOKAL PLAZMA ÜRETİMİ YAPARAK ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN ARTIRILMASI VE TOPLAM SİSTEM AĞIRLIĞININ DÜŞÜRÜLMESİ HEDEFLENMEKTEDİR.

$$f_c = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{n_e e^2}{m_e \epsilon_0}}$$

AKTÜATÖR SEÇİMİ

- BU PROJEDE KULLANILACAK AKTÜATÖR, DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE (DBD) TİPİ YÜZEY PLAZMA AKTÜATÖRÜDÜR. İKİ ELEKTROT ARASINDA BİR DIELEKTRİK TABAKA KULLANARAK ATMOSFERİK BASINÇTA PLAZMA ÜRETİR. 4-15 KV ARASI YÜKSEK ALTERNATİF GERİLİM VE 1-100 KHZ FREKANS ARALIĞINDA, YÜZEYDE DÜŞÜK SICAKLIĞA SAHİP (~300-400 K) BİR PLAZMA TABAKASI OLUŞTURUR. ELEKTRON YOĞUNLUĞU 10^{12} - 10^{13} ELEKTRON/CM³ SEVİYESİNDEDİR.

DBD Surface Plasma Actuator



- ÜRETİLEN PLAZMA, RADAR DALGALARINI SOĞURARAK, DAĞITARAK VEYA FREKANS KAYDIRARAK RADAR KESİT ALANINI (RCS) AZALTMAIYI HEDEFLER. HAFİF (50-200 G/M²) VE ESNEK YAPISI SAYESİNDE HAVA ARAÇLARININ KAVISLİ BÖLGELERİNE KOLAYCA ENTEGRE EDİLEBİLİR. DÜŞÜK ENERJİ TÜKETİMİ (5-20 W) VE HIZLI ELEKTRİKSEL KONTROL İMKANI İLE KLASİK RADAR EMİCİ MALZEMELERE ALTERNATİF OLARAK AKTİF BİR GİZLİLİK ÇÖZÜMÜ SUNAR.



SONUÇ VE SANAYİYE KATKI

- BU ÇALIŞMADA, GELENEKSEL RADAR GÖRÜNMEZLİK YÖNTEMLERİNE ALTERNATİF OLARAK; AKTİF KONTROL EDİLEBİLEN, HAFİF VE DÜŞÜK ENERJİ TÜKETİMLİ BİR ÇÖZÜM GELİŞTİRİLMİŞTİR. GÖMÜLÜ ELEKTROTLU YÜZEY PLAZMA AKTÜATÖRLERİ KULLANILARAK, HAVA ARAÇLARININ BELİRLİ BÖLGELERİNDE RADAR DALGALARININ SOĞURULMASI VE YÖNLENDİRİLMESİ SAĞLANMIŞTIR. BU TEKNOLOJİ, İLERİ NESİL HAVA PLATFORMLARINDA ALGILANMA OLASILIĞINI AZALTMAKTA ÖNEMLİ AVANTAJLAR SUNMAKTADIR.
- PROJE, SAVUNMA VE HAVACILIK SANAYİSİNDE ESNEK, HAFİF VE ELEKTRİKSEL OLARAK KONTROL EDİLEBİLEN YENİ BİR ÇÖZÜM ÖNEREREK KLASİK RADAR EMİCİ MALZEMELERE ALTERNATİF OLUŞTURMAKTADIR. ELEKTRİKSEL KONTROLÜ SAYESİNDE OPERASYONEL ESNEKLİK SAĞLAMAKTA, YERLİ ÜRETİM İMKANI VE DÜŞÜK ENERJİ TÜKETİMİ İLE DIŞA BAĞIMLILIĞIN AZALTILMASINA KATKI SUNMAKTADIR.
- DOĞRU MALZEME SEÇİMİ VE TASARIM OPTİMİZASYONU İLE BU TEKNOLOJİNİN İHA'LAR VE BEŞİNCİ-ALTINCI NESİL SAVAŞ UÇAKLARINDA ETKİN ŞEKİLDE UYGULANABİLECEĞİ DEĞERLENDİRİLMEKTEDİR. İLERLEYEN AŞAMALARDA LABORATUVAR ORTAMINDA DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE ELEKTROMANYETİK TESTLER ÖNERİLMEKTEDİR.

KAYNAKÇA

- İBRAHİMOĞLU, B., & KIZIİŞAR, S. E. (2017). PLAZMANIN HAVACILIKTA KULLANIMI. SÜRDÜRÜLEBİLİR HAVACILIK ARAŞTIRMALARI DERGİSİ, 2(2), 48-53.
- GÖKSEL, B. (2023). GELECEĞİN HAVA VE UZAY ARAÇLARINDA PLAZMA TEKNOLOJİLERİ.
- HIATT, R. E., & GARDNER, R. L. (1963). RADAR CROSS SECTIONS OF PLASMA-COATED BODIES. NASA TECHNICAL NOTE D-1992.
- KOPP, C. (2004). PLASMA STEALTH TECHNOLOGY: A TECHNICAL ASSESSMENT. AIR POWER AUSTRALIA.
- VINOGRADOV, A. V., & BELYAEV, M. S. (2010). PLASMA CLOAKING FOR RADAR STEALTH: THEORY AND EXPERIMENTS. PLASMA PHYSICS REPORTS, 36(9), 789-800.