CMS Defense Research Initiative

Prepared by Smail Zabat

Founder & Defense R&D Contributor

CONCEPT PORTFOLIO

A collection of conceptual Counter-UAS innovations presenting research-driven approaches to point defense, aerial threat detection, and the protection of critical air defense assets.

www.cmsdefense.nexus

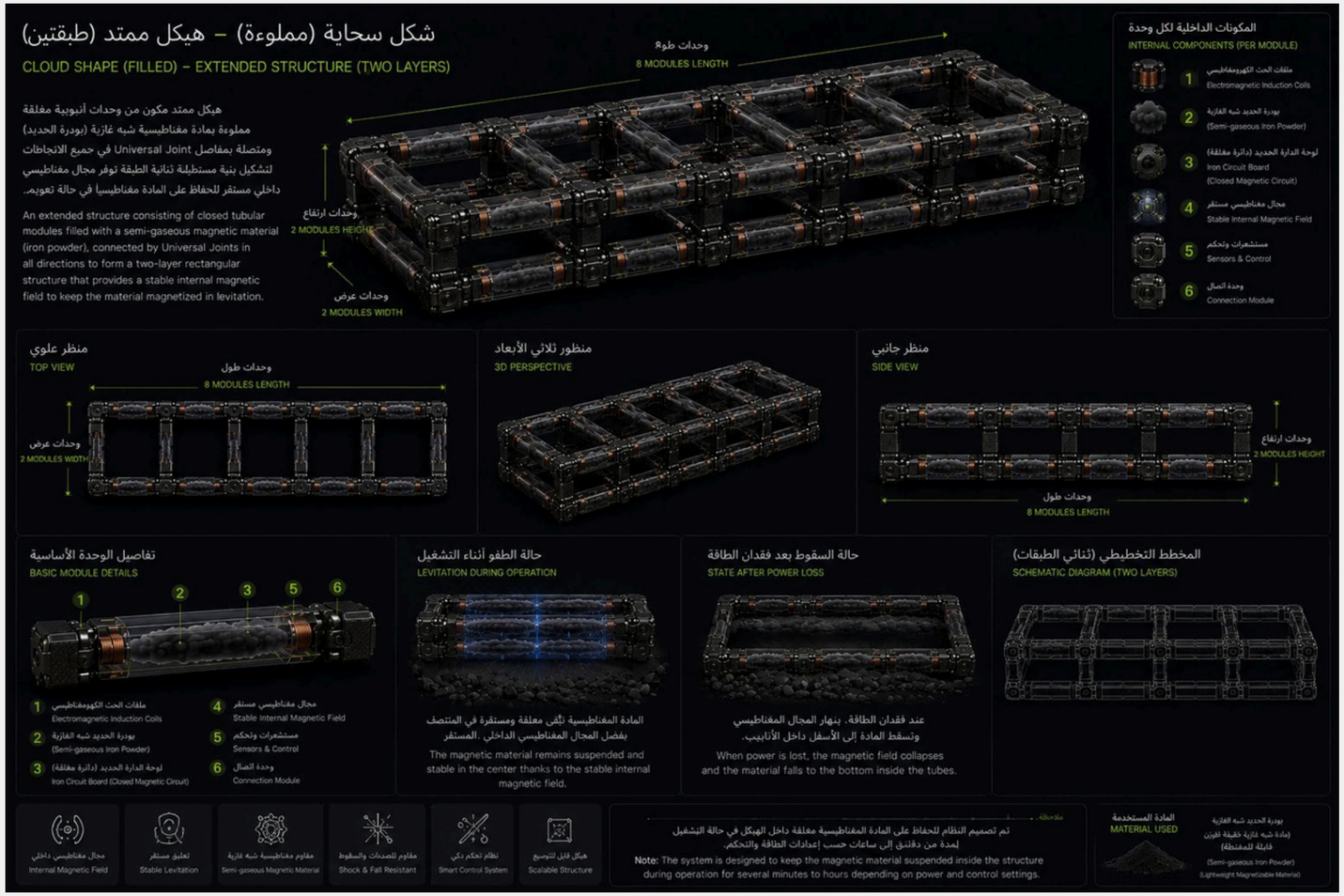
engagement@cmsdefense.global

Based in North Africa • Collaborating Worldwide

- **PROTECTING CRITICAL INFRASTRUCTURE FROM EMERGING DRONE THREATS**

Our innovative counter-drone project is based on anticipating drone attack trajectories and preparing protection for blind spots. It belongs to the point defense domain and is intended to protect critical infrastructure .

يعتمد مشروعنا المبتكر لمكافحة الطائرات المسيّرة على توقع مسارات الهجوم المحتملة للدرونات وتعزيز حماية النقاط العمياء، ويُصنّف ضمن حلول الدفاع النقطي المخصصة لحماية البنية التحتية الاستراتيجية .



Innovation Spotlight

Our conceptual point-defense system introduces a detachable modular protective structure. Each module is connected via electromagnetic connection points, allowing it to automatically separate upon impact from an incoming drone or missile. Rather than behaving as a rigid obstacle, the impacted module releases instantly, allowing the threat to pass through while preserving the rest of the protective structure and reducing structural damage.

يقدم مشروعنا البحثي المفاهيمي في مجال الدفاع النقطي هيكلًا وقائيًا معياريًا قابلًا للانفصال. ترتبط كل وحدة بوحدات أخرى عبر نقاط اتصال كهرومغناطيسية، مما يسمح لها بالانفصال تلقائيًا عند اصطدام طائرة مسيرة أو صاروخ أو أي جسم وارد بها.
وبدلًا من أن يعمل الهيكل كحاجز صلب، تنفصل الوحدة المتأثرة فورًا، مما يسمح للهدف بالمرور مع الحفاظ على سلامة بقية الهيكل الوقائي وتقليل الأضرار الهيكلية.

The specialized control system predicts the most probable drone attack trajectories and identifies radar blind spots. Based on this analysis, it performs a preventive action by autonomously directing the airborne floating modular structure toward the anticipated threat axis, providing enhanced point-defense coverage before the incoming threat reaches the protected asset.

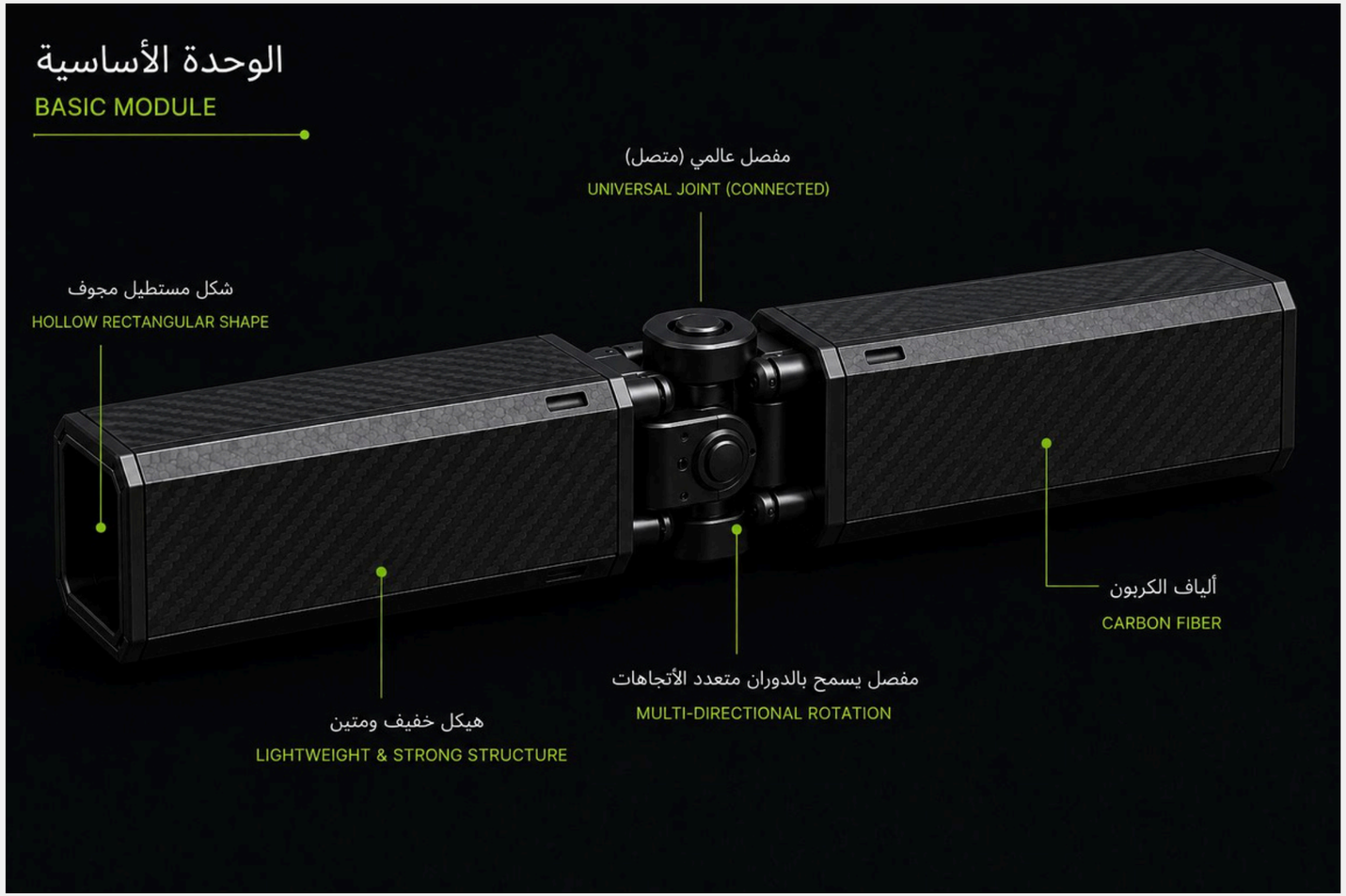
يقوم نظام التحكم المتخصص بالتنبؤ بمسارات الهجوم الأكثر احتمالًا للطائرات المسيّرة، وتحديد النقاط العمياء للرادار. واستنادًا إلى هذا التحليل، ينفذ إجراءً وقائيًا يتمثل في توجيه الهيكل المعياري العائم جويًا بشكل ذاتي نحو محور التهديد المتوقع، مما يعزز تغطية الدفاع النقطي قبل وصول التهديد إلى الأصل أو المنشأة المراد حمايتها.

Our conceptual innovation also explores the possibility of improving the detection of low-radar-cross-section (Low-RCS) and stealth aerial targets. The concept is based on using a material inside the tubes that coats the surface of a drone as it passes through the structure, potentially increasing its detectability by radar and electro-optical sensor systems.

يشمل ابتكارنا المفاهيمي أيضًا إمكانية تحسين فرص اكتشاف الأهداف الجوية ذات المقطع الراداري المنخفض (Low RCS) والأهداف الشبحية. ويقوم هذا المفهوم على استخدام مادة داخل الأنابيب تشوب سطح الطائرة المسيّرة عند مرورها عبر الهيكل، مما قد يزيد من قابليتها للرصد بواسطة أنظمة الرادار ومستشعرات الاستشعار الكهروبصري

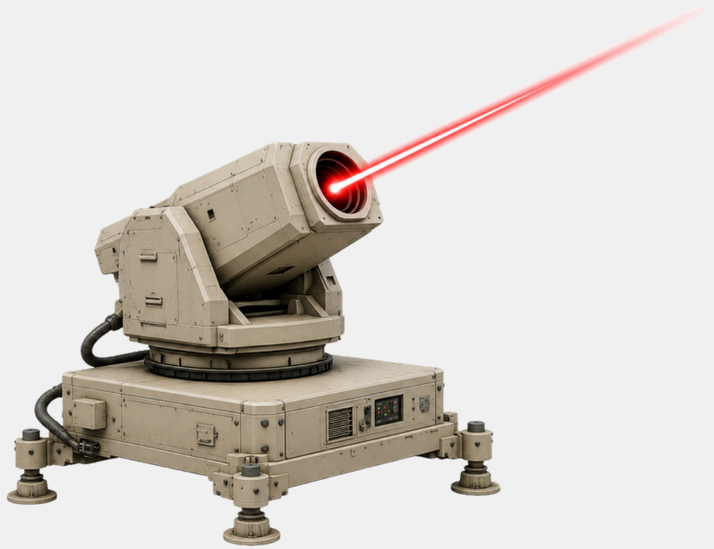
Our conceptual innovation consists of an interconnected tubular structure capable of reconfiguring its shape according to operational requirements. The concept falls within the field of Reconfigurable Modular Robotics, enabling the structure to autonomously adopt different configurations based on the control system's decisions and mission needs. Its precision joint and actuation mechanisms belong to the field of Mechatronics, integrating mechanical design, electronics, actuators, and control technologies. This approach enables the structure to transform into a wide range of geometries, providing adaptability for different operational scenarios.

يتكون ابتكارنا المفاهيمي من هيكل مترابط من الأنابيب قادر على إعادة تشكيل نفسه وفقًا للمتطلبات التشغيلية. ويندرج هذا المفهوم ضمن مجال الروبوتات المعيارية القابلة لإعادة التشكيل (Reconfigurable Modular Robotics)، حيث يستطيع الهيكل اتخاذ أشكال هندسية مختلفة بصورة ذاتية استنادًا إلى قرارات نظام التحكم واحتياجات المهمة. أما آلية المفاصل الدقيقة وأنظمة الحركة فتندرج ضمن مجال الميكاترونكس (Mechatronics)، إذ تجمع بين التصميم الميكانيكي والإلكترونيات والمحركات وأنظمة التحكم. ويتيح هذا النهج للهيكل إعادة التشكيل إلى العديد من الأشكال الهندسية المختلفة بما يتناسب مع السيناريوهات والمتطلبات التشغيلية المختلفة.



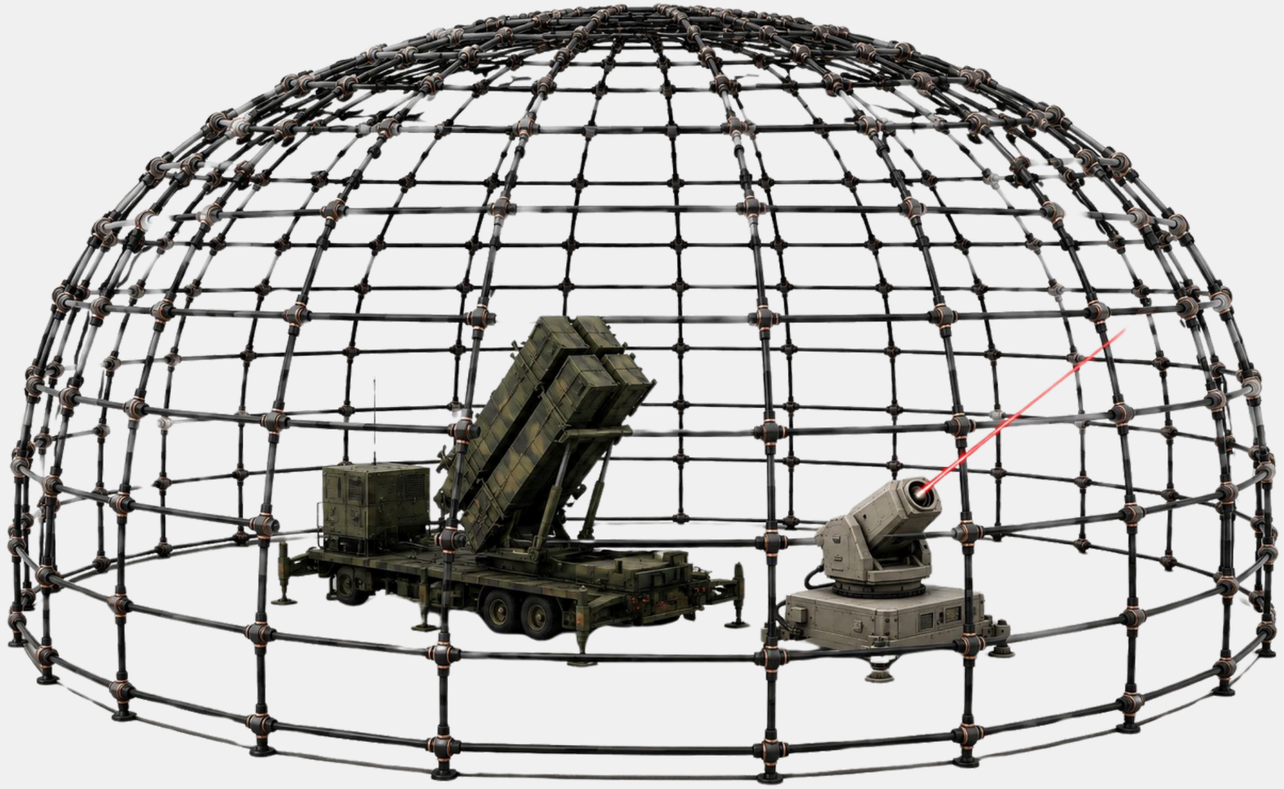
Our conceptual R&D project is based on the principle of using a material inside the tubes that interacts with the laser beam, enhancing its effectiveness and reducing target neutralization time against challenging aerial threats, including laser-resistant loitering munitions

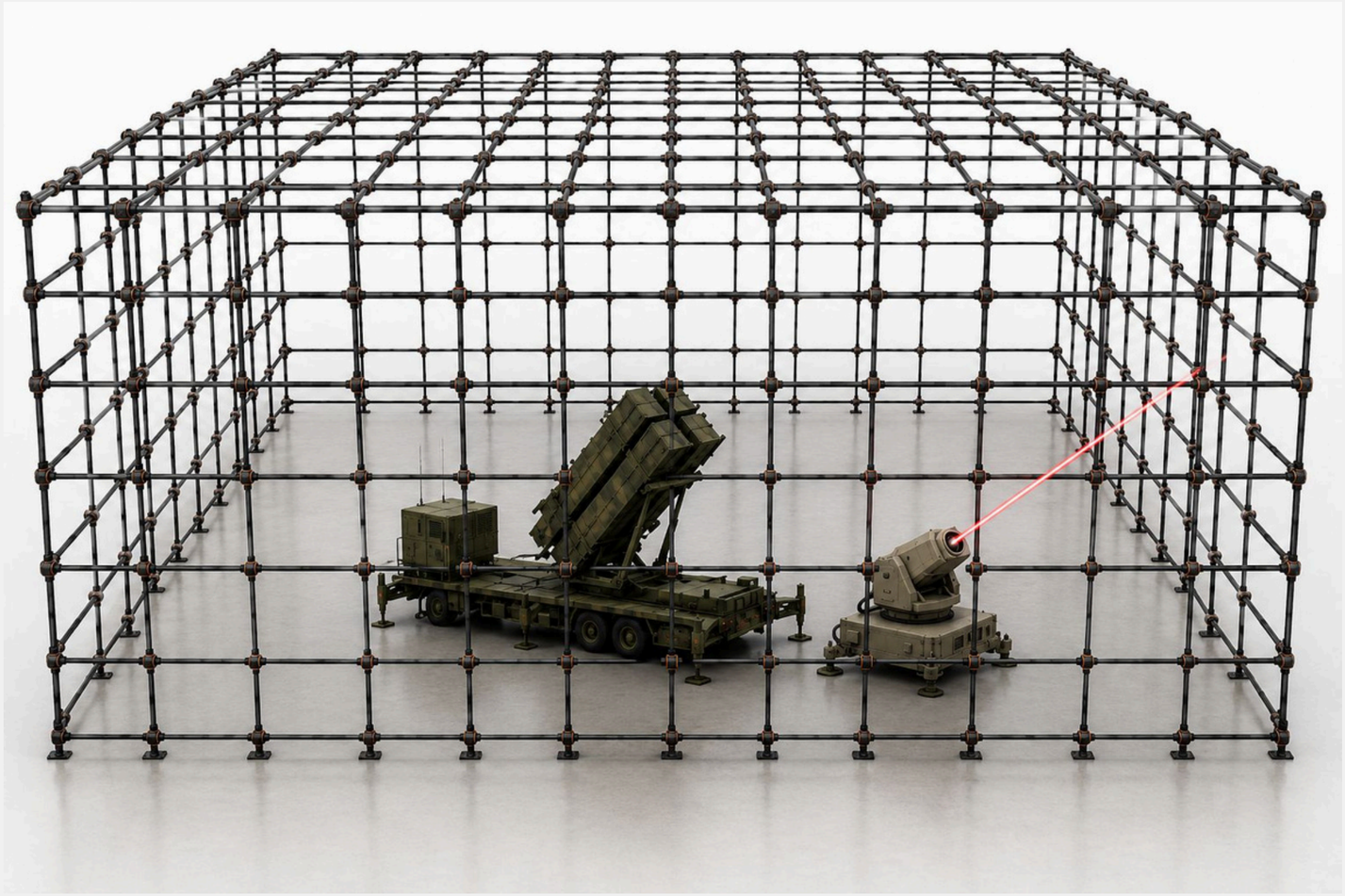
يعتمد مشروعنا البحثي المفاهيمي على مبدأ استخدام مادة داخل الأنابيب تتفاعل مع شعاع الليزر، مما يعزز فعاليته ويقلص زمن تحييد الأهداف الجوية الصعبة، بما في ذلك الذخائر التسكعية المقاومة لليزر.

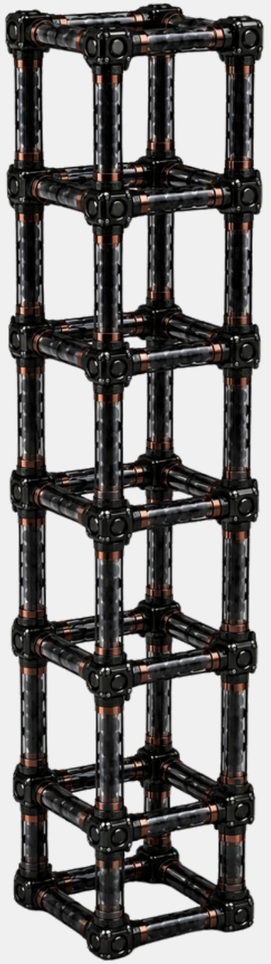


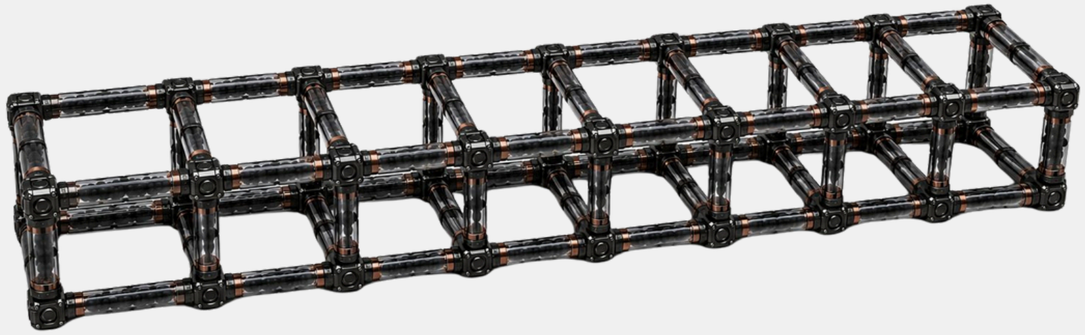
This is why our project was named the "Subsystem Project"—because it is designed to protect the primary system. In our conceptual approach, the material contained within the modular tubes is intended to enhance the laser's effectiveness and reduce the time required for target neutralization against aerial threats directed at surface-to-air missile (SAM) systems, providing an additional protective layer for highly valuable air defense assets through a cost-conscious conceptual solution .

ولهذا السبب أطلقنا على مشروعنا اسم "النظام الفرعي"، لأنه صُمم لحماية النظام الرئيسي. وفي إطار مفهومنا البحثي، تهدف المادة الموجودة داخل الأنابيب المعيارية إلى تعزيز فعالية وحدة الليزر وتقليص الزمن اللازم لتحييد الأهداف الجوية الموجهة ضد أنظمة الدفاع الجوي أرض–جو (SAM)، مما يوفر طبقة حماية إضافية للأصول الدفاعية عالية القيمة من خلال حل مفاهيمي يراعي الكفاءة من حيث التكلفة .



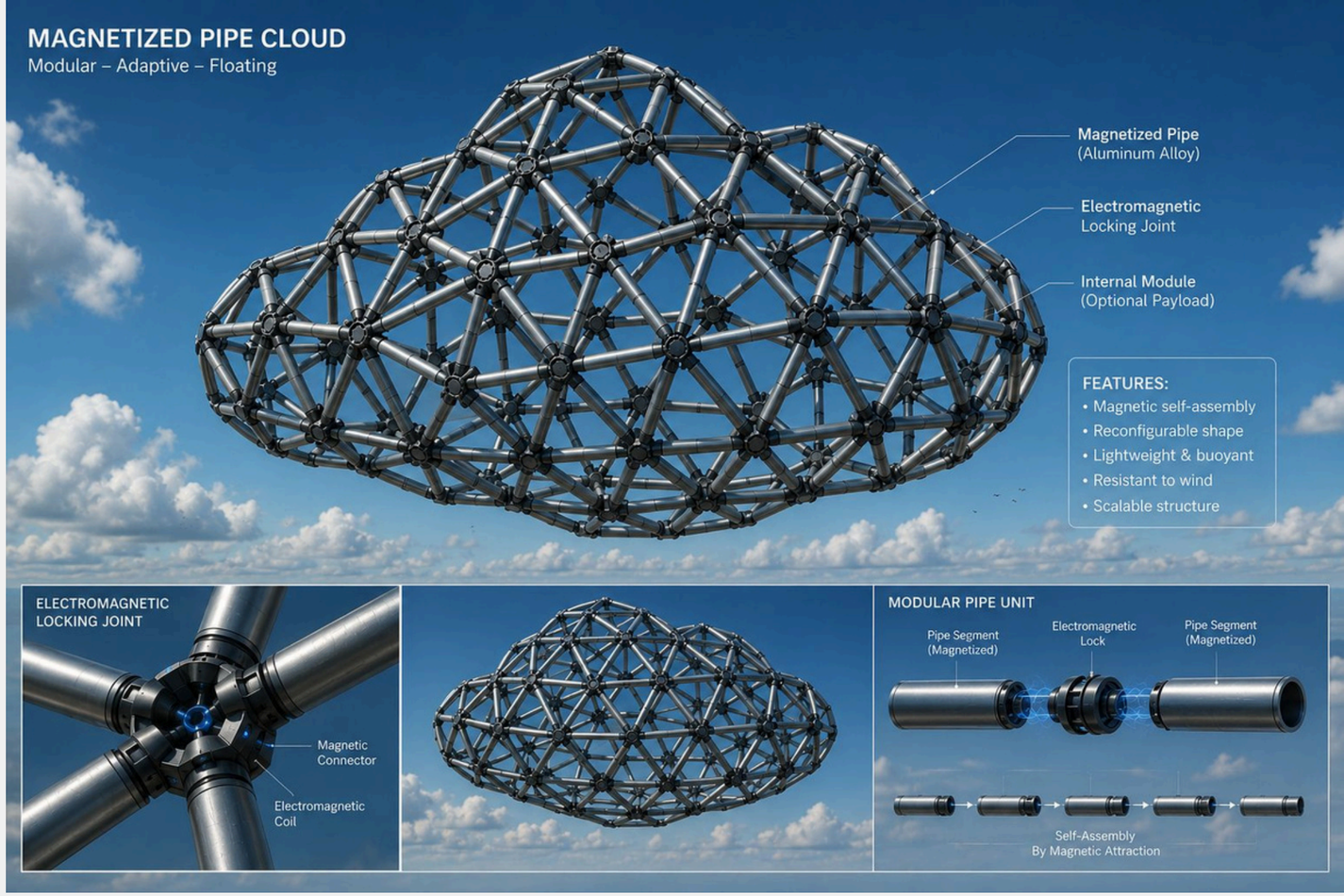


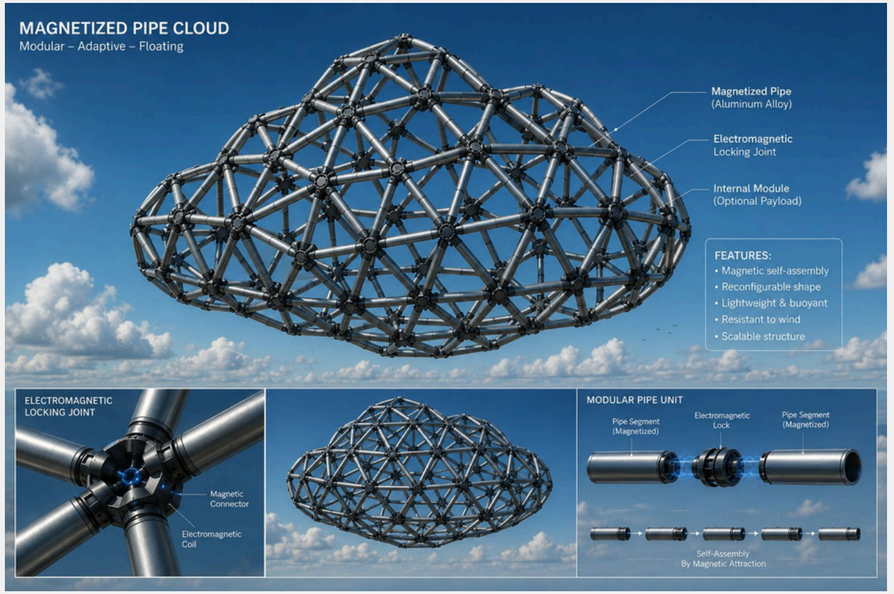




Our conceptual innovation is intended to improve system responsiveness and optimize engagement conditions within the conceptual framework
The Dynamic Effect depends on the interaction distance and operating conditions, with its characteristics varying accordingly. Its effect increases as the duration of exposure to the interaction conditions becomes longer, while remaining effective even over short interaction distances. Unlike a Static Effect, which operates within known and fixed limits, a Dynamic Effect can be more effective because it adapts to changing interaction conditions rather than relying on constant characteristics.

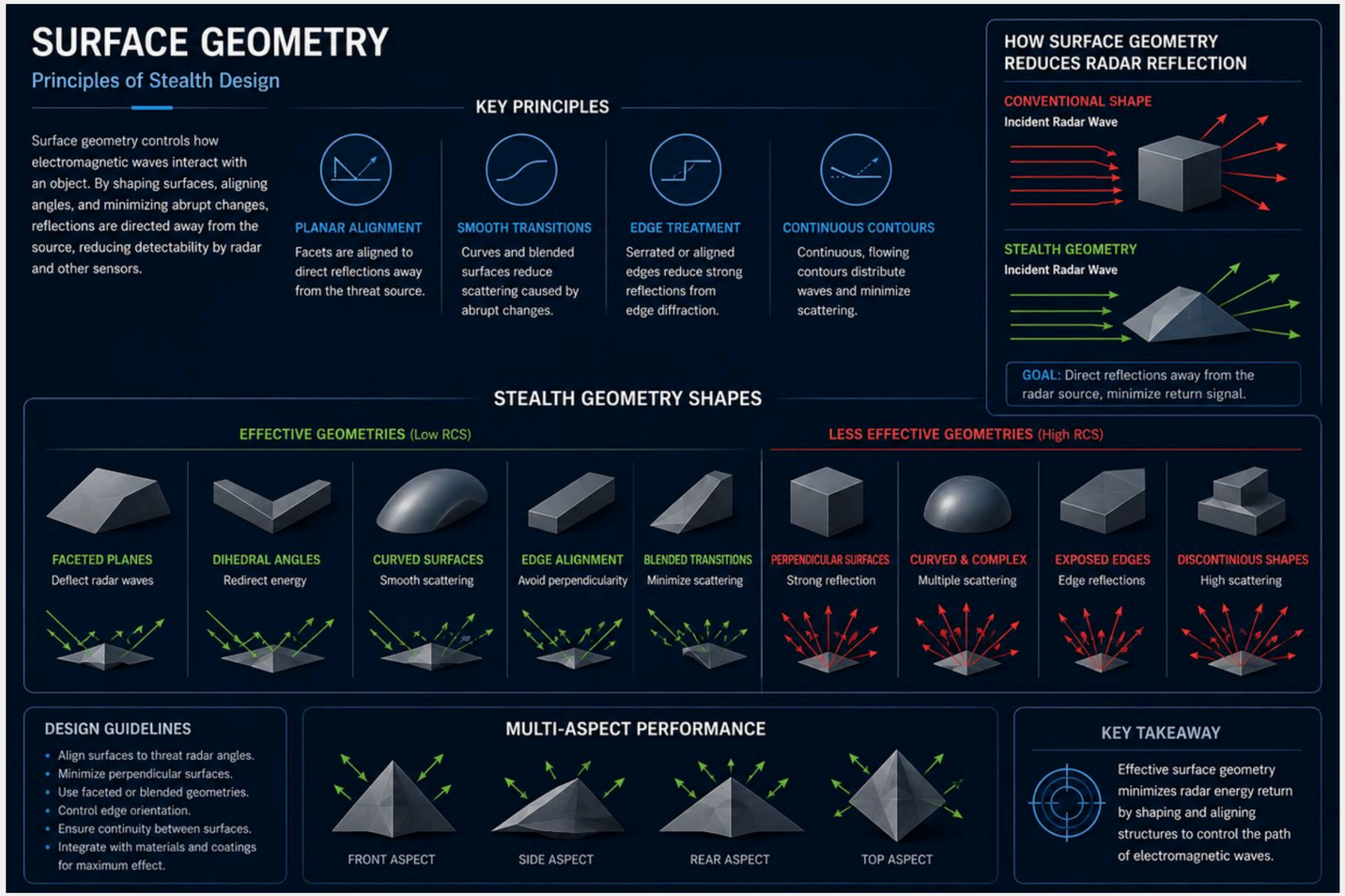
يهدف ابتكارنا المفاهيمي إلى تحسين استجابة النظام وتحسين ظروف الاشتباك ضمن الإطار المفاهيمي
يعتمد التأثير الديناميكي على مسافة التفاعل وظروفه، وتتغير خصائصه تبعًا لهذه العوامل، حيث يزداد تأثيره كلما ازدادت مدة التعرض لظروف التفاعل، مع احتفاظه بفاعليته حتى ضمن مسافات تفاعل قصيرة. وعلى خلاف التأثير الثابت الذي يمتلك حدودًا معروفة، يمكن أن يكون التأثير الديناميكي أكثر فاعلية، لأنه يتكيف مع ظروف التفاعل المتغيرة بدلًا من العمل وفق خصائص ثابتة.





The primary control system analyzes potential vulnerabilities, including radar coverage gaps, and predicts the most likely attack trajectories. Based on this assessment, it autonomously repositions the conceptual protective structure toward the anticipated threat axis. Within the conceptual framework, the interaction between an incoming aerial object and the material contained inside the tubular modules is intended to enhance sensing conditions after contact, supporting target observation even under challenging operational environments, including low-observability targets and electronically contested conditions.

يقوم نظام التحكم الرئيسي بتحليل نقاط الضعف المحتملة، بما في ذلك فجوات التغطية الرادارية، والتنبؤ بمسارات الهجوم المحتملة (Attack Trajectories). وبناءً على هذا التقييم، يوجّه آلية الحماية المبتكرة بصورة استباقية نحو المحور الأكثر احتمالا لاقتراب التهديد. ويهدف المفهوم إلى تعزيز ظروف الاستشعار بعد تفاعل الجسم المهاجم مع المادة الموجودة داخل الأنابيب، بما يدعم رصد الأهداف منخفضة البصمة الرادارية ويزيد من مرونة الاستشعار في البيئات المتأثرة بالحرب الإلكترونية



The Importance of Low Detectability

The conceptual design incorporates stealth design principles as part of its overall design philosophy by considering the external geometry and material selection to meet the project's conceptual objectives, while emphasizing structural durability, lightweight construction, modular architecture, and reconfigurability.

أهمية انخفاض قابلية الاكتشاف

يعتمد التصميم المفاهيمي على توظيف مبادئ تكنولوجيا الشبح ضمن فلسفة التصميم العامة، من خلال مراعاة الشكل الخارجي واختيار المواد بما يحقق متطلبات المشروع، مع التركيز على المتانة، وخفة الوزن، والتصميم المعياري، وقابلية إعادة التشكيل

(A solution specifically designed to address loitering munitions)

The conceptual system incorporates Magnetic Quick-Release Couplings, allowing modular components to temporarily disconnect when subjected to external forces, thereby reducing mechanical stress on the structure. Once the external force is removed, the modules are designed to automatically realign and reconnect, restoring the structural continuity of the system.

يتضمن النظام المفاهيمي وصلات مغناطيسية سريعة الفصل (Magnetic Quick-Release Couplings)، تسمح للوحدات المعيارية بالانفصال المؤقت عند تعرضها لقوى خارجية، مما يساهم في تقليل الإجهادات الميكانيكية على البنيه. وبعد زوال المؤثر الخارجي، تصمم الوحدات بحيث تعيد الاصطفاف والاتصال تلقائيًا لاستعادة استمرارية الهيكل.
(حل مخصص للتعامل مع الذخائر المتسكعة)