بسم الله الرحمن الرحيم

بحث مقدم من مهندس محيي

مكتب تولا لتصميم الاسلحة

أجنحة الصاروخ

وظيفة الأجنحة

الغرض من إضافة أجنحة في جسم الصاروخ هو البحث عن استقرار الصاروخ أثناء الطيران ، و محافظته على المسار المخطط له. إذا انطلق صاروخ دون أجنحة فإنه بعد مغادرته لمنصة الإطلاق ينقلب حول مركز ثقله على محوره الطولي بسبب وجود قوى الديناميكا الهوائية و قوى أخرى مثل تأثير الرياح. يحصل عدم الاستقرار للصاروخ في عدم وجود أجنحة بسبب وجود مركز الضغط في المقدمة على مركز الثقل ولفهم هذه الظاهرة أكثر يتحتم علينا التحدث بإسهاب أكثر .

مركز الثقل و مركز الضغط

مركز الثقل Center of gravity CG سهل للوصف و الشرح وهو النقطة التي لو تم تعليق الجسم منها لاستقر . كذلك هو الحال مع مركز الضغط Center of pressure CP هي محصلة القوى المؤثرة على الصاروخ أو مركز توازن القوى الحركية الهوائية . يتم تصور ذلك بشكل أوضح بأن تتخيل نفسك حاملا صاروخا صغيرا بيدك عبر نافذة سيارة مسرعة مع جعل مؤخرة الصاروخ قرب النافذة و مقدمته بعيدة عنها أي يحمل متعامدا مع للنافذة (لا متوازيا) فتتعرض مساحة الصاروخ الطولية للهواء . نمسك الصاروخ بأصبعين مع هذه الظروف بحيث يستقر ، فيسمى موقع المسك بمركز

القوى. إلا أن مركز القوى أكثر تعقيدا لأنه يتغير بتغير زاوية الهبوب Angle of attack و الذي في هذه الحالة يساوي ٩٠درجة . من أجل الحصول على صاروخ مستقر أثناء طيرانه يجب أن يكون مركز القوى بعيدا عن مركز الثقل بمقدار معين و يساوي ١-٢ من مقدار قطر الصاروخ.

لماذا CPخلف CG ؟

يمكن تفسير ذلك عن طريق الرسم

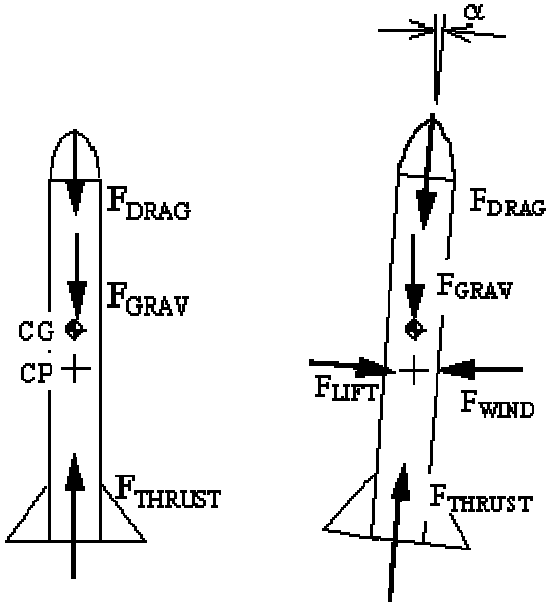


FIG. 1A FIG. 1B

STABLE ROCKET -- CP AFT OF CG

يمثل لنا الرسم FIG1A صاروخا مركز ضغطه CP خلف مركز ثقله CG فإذا تحقق هذا الشرط أثناء الطيران دون وجود أجنحة فإن الصاروخ يكون مستقرا في طيرانه (لاحظ أن الصواريخ الصغيرة للألعاب النارية ليس لديها أجنحة مع أنها نوعا ما مستقرة أما إذا احتاجت فيجب تركيب أجنحة) نرى أن كل القوى المؤثرة في الصاروخ تمر عبر مركز الثقل (محصلة قوة الممانعة الهوائية ، قوة الجاذبية و قوة الدفع) أما الرسم

FIG1B يبين لنا أنه تم التأثير على الطيران برياح جانبية خفيفة فتؤثر في مركز القوى فيميل الصاروخ حول مركز ثقله مكونا زاوية ألفا و تسمى زاوية الهبوب هذا التغير في زاوية الهبوب من صفر إلى ألفا مباشرة يولد قوة مناهضة Lift force تتوازن مع قوة الرياح فيصبح الصاروخ متوازنا . أي في ظاهره أنه مائل قليلا في المسار إلا أنه يطير في نفس الاتجاه الأولي. كأن تشاهد طائرة وهي تطير مقدمتها مرتفعة إلا أنها تمشي إلى الأمام.

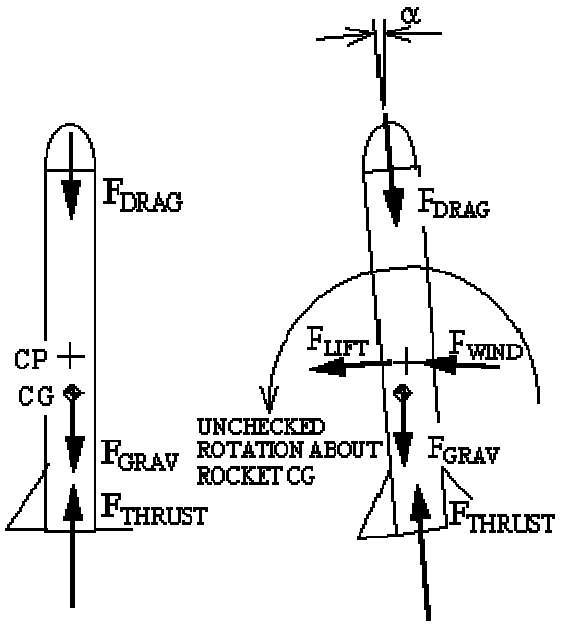


FIG. 2A FIG. 2B

UNSTABLE ROCKET -- CP AHEAD OF CG

نلاحظ في الشكل 2A تواجد مركز الثقل خلف مركز الضغط (في ا لتصميم أي أن مساحة الأجنحة كانت غير كافية) أي عكس الشكل 1A وهذا السيناريو غير مرغوب فيه . يكون الصاروخ في البداية مستقرا لكن سرعان ما تؤثر نفخة من رياح بسيطة في توليد ميلان بسيط ألفا فتتولد زاوية هبوب فتتولد قوة مناهضة بسبب ألفا

لكن في هذه الحال تكون في نفس اتجاه الرياح لا معاكسة لها مما يسبب ذلك دوران الصاروخ حول مركز ثقله ليصبح الصاروخ غير مستقر فيتقوس المسار.

لم نحتاج للأجنحة ؟

لأنها ضرورية لجعل مركز الضغط خلف مركز الثقل دائما و بشكل جيد . فهي تساهم في توليد قوة مناهضة بسرعة في حالة وجود رياح عادية.

كم يجب أن يبعد مركز الضغط CP عن مركز الثقل CG ؟

قرب المسافة بين مركز الضغط من مركز الثقل يولد طيرانا متعرجا ZIG ZAG أو حتى غير مستقر . تزيد زاوية الهبوب كلما زادت قوة الرياح الجانبية الخفيفة أثناء طيران الصاروخ. إلا أن إبعاد مركز الضغط كثيرا عن مركز الثقل يسهل دوران الصاروخ باتجاه الرياح (كدوران الديك الحديدي المركب في بعض أسطح البيوت و الذي يدلل على اتجاه الرياح) و تسمى هذه الظاهرة Weathercock . نجعل مركز الضغط بعيدا بمقدار ١.٥-٢ من طول قطر الصاروخ في الصواريخ بالكثافة العالية و العنصر الفاعل في التقديم أو التأخير هذا هو مساحة الأجنحة .

شكل الاجنحة و مساحتها

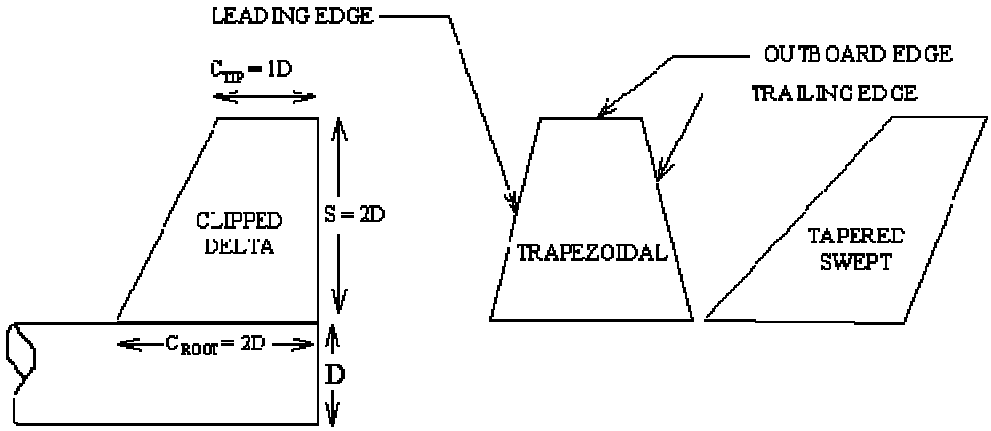
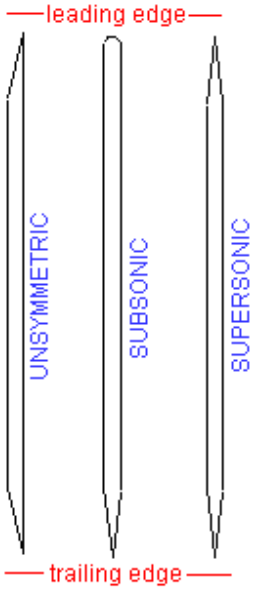


FIGURE 3 -- FIN PLANFORMS

يتم تصميم جناح بالأبعاد المبينة في الشكل السابق .

الشكل الانسيابي للجناح

عندما يكون مجمل طيران الصاروخ في سرعة تحت سرعة الصوت يتم جعل مقدمة الجناح دائرية الشكل

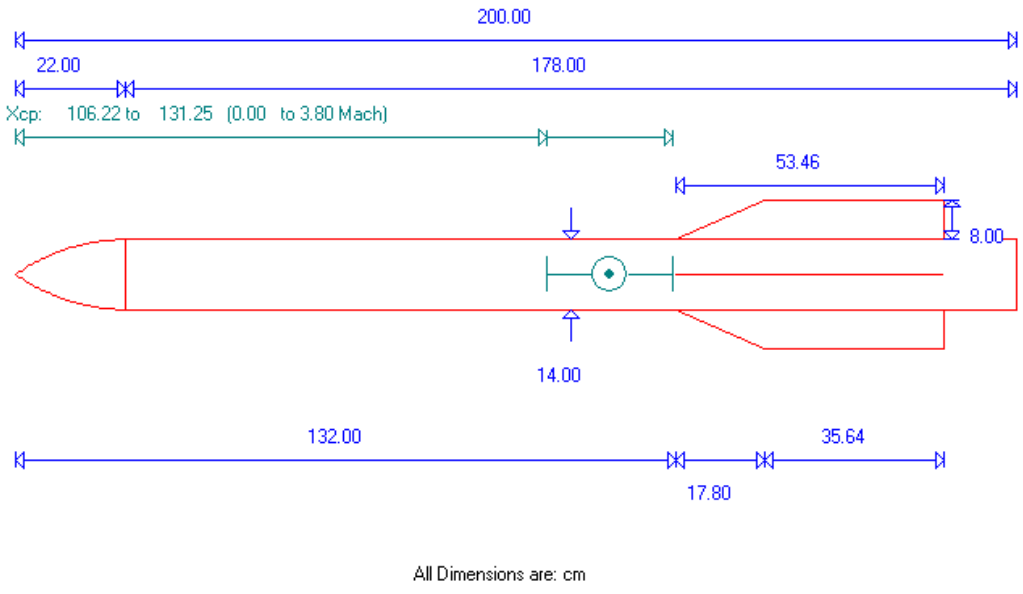


أما كون معظم طيرانه فوق سرعة الصوت فتكون حادة الجهتين ، أما في سرعة مابين الاثنين فيكون كما هو مبين في الشكل السابق. كلما زادت حدة الجناح فوق الصوتي كلما قل الاحتكاك ، كلما قل سمك الجناح كلما كان أفضل (مهم).

كم عدد الأجنحة اللازمة؟

على الأقل ثلاثة أجنحة ضرورية و أكثرها هو أربعة أجنحة . يفضل وضع ثلاثة أجنحة في بعض الأحيان عند الصواريخ ذات القدرة العالية حيث تقلل الممانعة المتسببة بانسياب التيار عبر الجسم بـ٢٥% في حالة كونها بأربعة أجنحة ، لكن في المقابل فإنه بأربعة أجنحة يمكن التحكم بسهولة في مركز الضغط مع العلم أن وجود أربعة أجنحة يسمح بإمكانية تصميم صاروخ ليس بعريض .

يمكن استعمال برنامج Launch لتصميم أجنحة بأبعاد معينة و التحكم في البعد ما بين مركز الضغط و مركز القوى حيث يلاحظ في هذا البرنامج أن مساحة الأجنحة و سمك الجناح وخاصة درجة حدة الجناح تؤثر بشكل مباشر في ذلك .



كيف تثبت الأجنحة ؟

تثبت الأجنحة بالبراغي عند القسم المتواجد فيه النازل ، مع جعل زاوية ١ درجة ميلان على المحور الطولي لها لتساعد في إعطاء فتل للصاروخ. فتزيد دقة الإصابة. يمكن جعل طي مؤخرة الجناح بزاوية ١٠درجات لإعطاء نفس الفتل المطلوب.

ميل الأجنحة للحصول على الاستقرار

يتم إمالة الأجنحة للحصول على فتل للصاروخ مما يساعد على استقراره كثيرا ، زاوية الإمالة تقدر بـ ١ درجة فيتم الحصول على دورانا مناسبا. يجب ألا تزيد عدد الدورات في الثانية عن ٦ و إلا أثر ذلك في زيادة القوة الدافعة و زيادة في سرعة احتراق الوقود و تقلص زمن الاحتراق (ارتفاعا في دفع النوعي لكن كذلك في الضغط). يمكن أن يوفر الميل في الأجنحة دورانا إلى حد ٢٠دورة في الدقيقة.