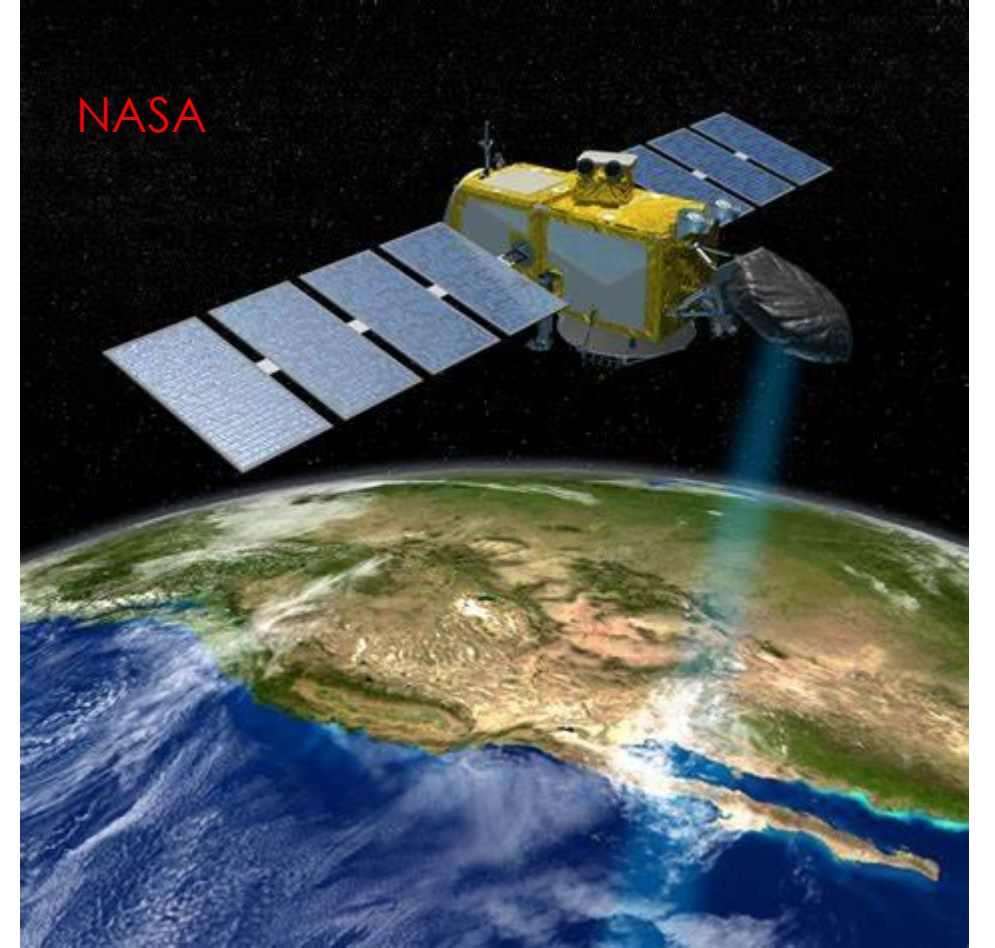


Yönelim Kontrolü

Dr. Nevsan Şengil

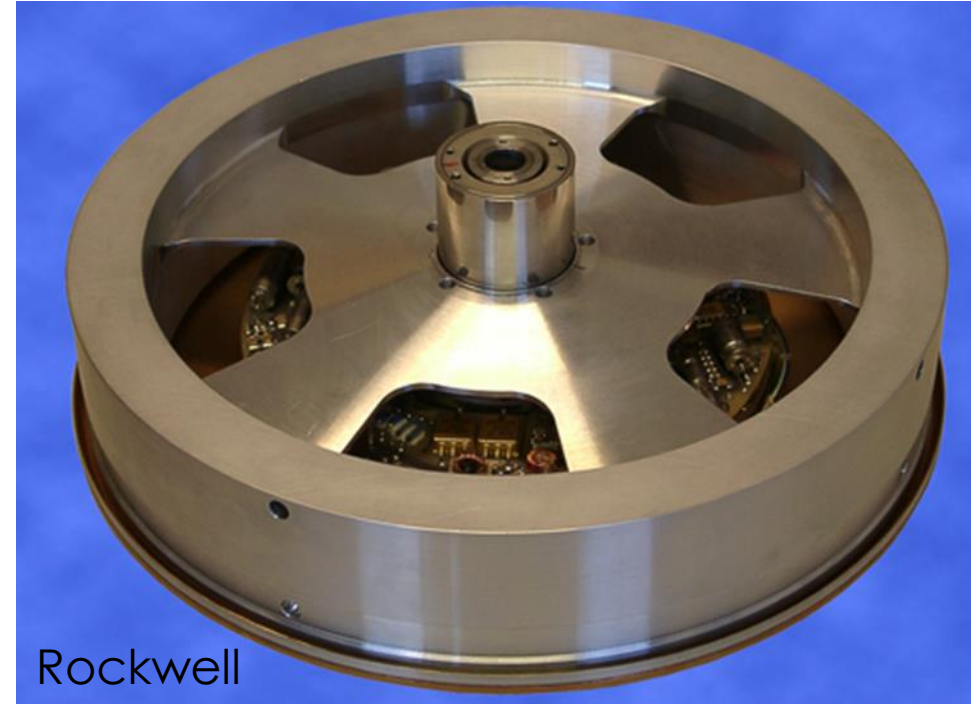
Yönelim Kumandaları

- Tepki Tekerleri
 - Yönelim kontrolü için en çok kullanılan cihazlardır.
- Kontrol Moment Jiroskopları
 - Büyük gövdeli uzay araçlarının yönelim kontrolü için uygundur.
- Manyetik Tork Çubukları
 - Kullanılabilmesi için çevrede manyetik alana ihtiyaç vardır.
- İtki Motorları



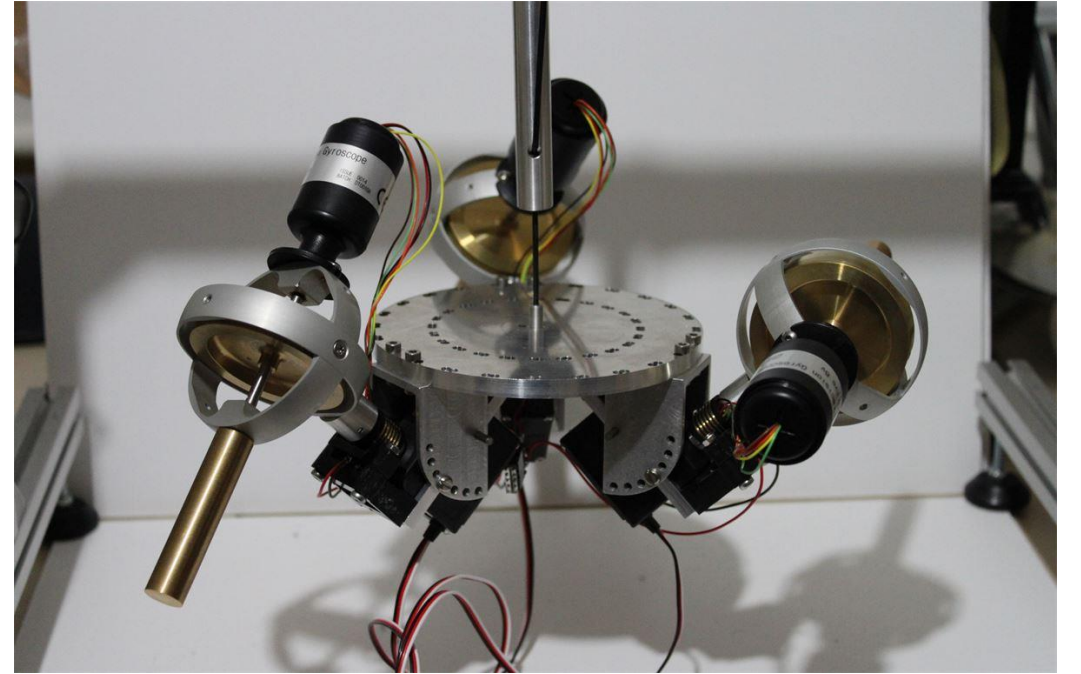
Tepki Tekerleri

- 3-Eksende yönelim kontrolü için en az 3 tepki tekerine ihtiyaç vardır.
- Genelde arıza ihtimaline karşı, bir tanesi yedek olmak üzere 4 tepki tekeri kullanılır.
- Azami tork 0.01 ve 1.0 Nm arasında değişir.
- Azami açısal momentleri 2 ve 250 Nms arasında değişir.
- Azami dönüş hızları 1000 ve 6000 rpm arasında değişir.



Kontrol Moment Jiroskopları

- Tepki tekerlerine benzeyen bir mekanizması vardır.
- Jiroskopların dönme eksenleri değişebilmektedir.
- Jiroskopların dönme hızları sabittir.
- Tepki tekerlerine nazaran daha yüksek tork üretirler.
- Açısal momentum aralığı 1 ve 2000 Nms arasında değişir.
- Genelde 4 kontrol moment jiroskopu bir arada kullanılır.



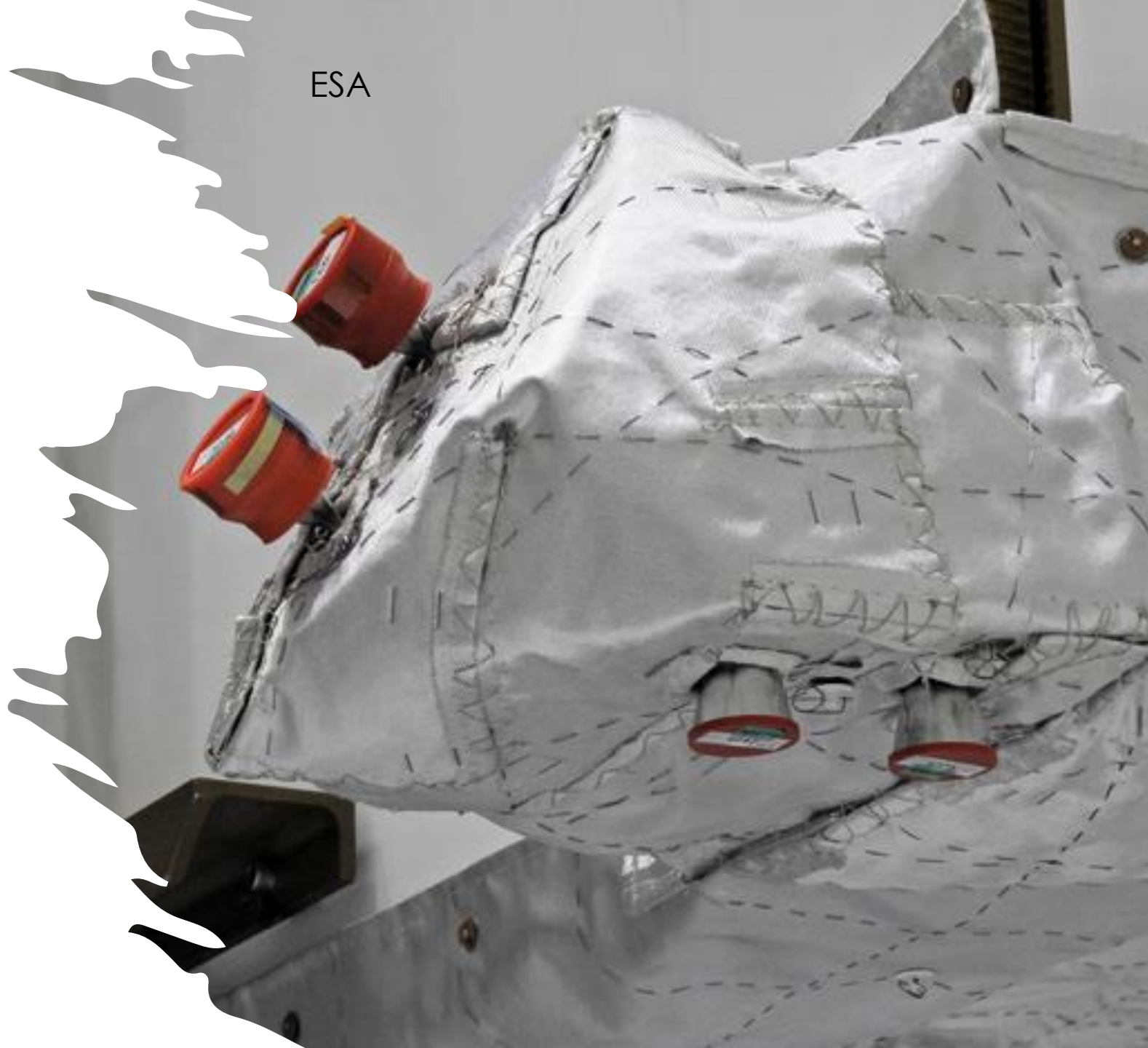
Manyetik Tork Çubukları

- Basit bir yapıya sahiptir.
- Hareketli parça içermez.
- Çoğunlukla farklı eksenler boyunca 3 manyetik tork çubuğu bir arada kullanılır.
- Güvenirliđi artırmak için tork çubuklarında 2 sarım birlikte kullanılabilir.
- $\mathbf{L}_{\text{mag}} = \mathbf{I} (\mathbf{A} \times \mathbf{B})$



İtki Motorları

- İtki motorları yörünge kontrolü için kuvvet, yönelim kontrolü için ise tork üretirler.
- Çevresel manyetik ve yer çekim alanlarından etkilenmezler.
- Çalışmaları için yakıt harcamaları gerekir.
 - $\mathbf{F} = \dot{m}\mathbf{v}_e$
 - $\mathbf{T} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$
- Yönelim için genelde 3 çeşit itki motoru kullanılır;
 - Soğuk gaz itki motoru
 - Tek terkipli yakıt
 - Çift terkipli yakıt
 - Elektrik itki





Yönelim Kontrolü

- Uzay araçlarının yön kararlılığı için 2 farklı yöntem kullanılır;
 - Üç-eksende kararlılık
 - Dönerek kararlılık

Yönelim Kontrol Kanunları

- Sadece Tepki Tekerlerinin yön kararlılığı için kullanıldığı durum;
 - $\mathbf{L} = -k_p \mathbf{q}_e - k_d \boldsymbol{\omega}$
 - $\mathbf{J}\dot{\boldsymbol{\omega}} = -[\boldsymbol{\omega} \times] \mathbf{J} \boldsymbol{\omega} + \bar{\mathbf{L}}$
 - $\dot{\mathbf{h}} = -[\boldsymbol{\omega} \times] \mathbf{h} - \bar{\mathbf{L}}$
- Manyetik Tork Çubukları ile dönmeyi durdurma durumu;
 - $\mathbf{m} = \frac{k}{\|\mathbf{B}\|} \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{b}$
 - $\mathbf{L} = \mathbf{m} \times \mathbf{B}$

Momentum Boşaltma

- Kontrol Moment Jiroskopları ve tepki tekerleri üzerinde biriken aşırı açısal momentumun boşaltılması için;
 - İtki motorları
 - Manyetik tork çubukları, ve
 - Yerçekimi değişimi kullanılır.

