1) ELETTROTERNINA

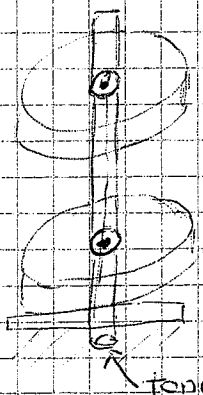
04/03/2020

2) SISTEMI DI LEVITAZIONE CUSCINETTI MAGNETICI:

le posizioni di equilibrio di magn permanenti (anche più complessi percorsi da corrente) sono tutte INSTABILI

↓

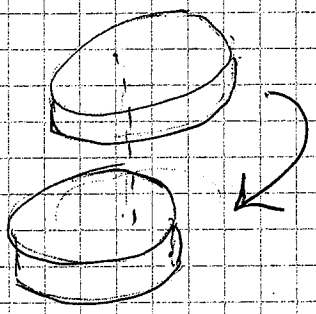
se c'è poco della posiz. non torno all'eq.



se sono coassiali levitano uno sull'altro

↓

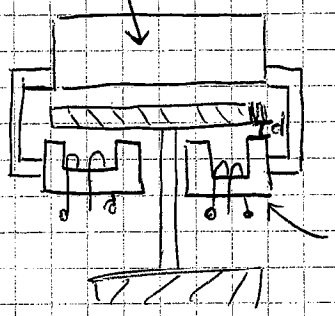
questo è il caso che vogliamo



tondino in acciaio che stabilizza il magnete

NON AGISCONO SOLO FORZE MAGNETICHE MA ANCHE MECCANICHE DI REAZIONE

TRENO:



Bisogna creare un sistema che sia capolabile se d diminuisce la forza aumenta e viceversa

↓

per far funzionare il sistema occorre mantenere la distanza d costante, facendo modulando la corrente che scorre qua

Altro utilizzo è nei cuori artificiali

3) TRASFERIMENTO INDUTTIVO DI ENERGIA ELETTRICA

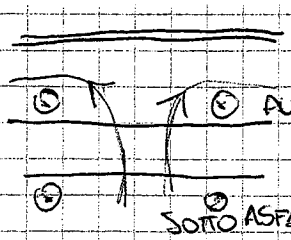
es: spazzolino elettrico, sistemi di air-power Transport

$$\frac{d\Phi}{dt} = \omega B S$$

↑ la sezione dell'aria è piccola

in aria è bassa

nei trasformatori normali è 50Hz → qui deve essere più alta 20KHz → 85 KHz

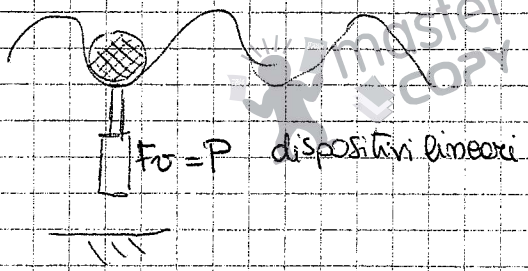


Avere una frequenza così alta dà problemi di giroscopaldamento (?) quindi

SISTEM ENERGY HARVESTING

↙

moti audosi marini



dispositivi lineari

master COPY

MODALITÀ ESAME : orale

lettura articolo letteratura scientifica

→ creare power point e spiegare alla classe

→ da sapere quello degli altri

11/03/20

→ MAGNETIC BEARINGS AND BEARINGLESS DRIVES

A. Chiba

→ MAGNETIC BERINGS, Schweitzer, Maslen (+)

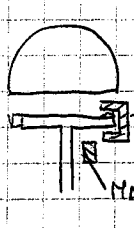
Si dovrebbe scaricare gratis

Th Earnshaw : è impossibile mantenere in equil. stabile dei conduttori levitati soggetti a forze di tipo elettrostatico o magneto-statico

↑ vale solo per CORRENTI STAZIONARIE

SIST. MAGNETO PERMANENTI → distribuzione equivalente di correnti di magn.





} azzerando l'uno o l'altro si va a posizionare il treno in modo che l'asse ... - treno sia allineato con quello del binario

TIPOLOGIE DI CUSCINETTI

E. RILUTTANZA
MATERIALI A DIVERSA PERMEABILITÀ

a) ferromagnetici $\mu \gg 1$
b) diamagnetici → forze piccole $\mu < 1$
c) superconduttori → grandi forze $\mu = 0$

a) 1 ATTIVI CLASSICI
2 LC CIRCUITI RISONANTI
3 MAGN. PERM. + mat. ferrom.
→ SISTEMA INTRINSECAM. INSTABILE

Se $\mu < 1$ conf. stabile
$\mu > 1$ conf. inst.

Di cosa è prodotta la f. di sostentamento

FORZA DI LORENTZ (no mat. ferrom.)

$\vec{f} = \vec{J} \times \vec{B}$

agisce ⊥ al flusso

$\vec{J}$ = corrente che scorre nel conduttore

(*) TEOREMA LAVORI VIRTUALI (è solo mat. ferrom. correnti di magneti ≠)

$f = \frac{\partial W}{\partial s}$ FORZA DI RILUTTANZA

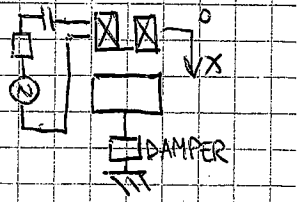
s spost. virtuale

agisce ⊥ alla superficie affacciata

② TUNED LC BEARING

R → resistenza avvolgimento
h → traferro $\tilde{x}$

$L \sim \frac{N^2}{2h} \mu_0 S$



$\bar{Z} = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) \simeq j\omega L\left(1 - \frac{1}{\omega^2 LC}\right)$

↑ f. di risonanza sistema ω_0

$I = \frac{V}{\omega L\left(1 - \frac{1}{\omega^2 LC}\right)}$

A partire dalla condizione di equilibrio

PERTURBAZIONE SISTEMA

Se la distanza h aumenta → L ↓ → aumenta $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

→ All'aumentare della freq. di risonanza, questa si avvicina alla f di alimentazione fissa
Se il sist. è RISONANTE SERIE diminuisce la $\bar{Z}$
→ aumenta I → aumenta f. di attrazione → fa avvicinare l'ancora

↓

Se sistema ha comport. STABILE
NON È COSÌ

↓

sist. DINAMIC. INSTABILE : oscillazione crescente col tempo

→ + INSERIRE SMORZAMENTO (damper) che dissipa l'energia

il sistema è con poli $\pm jm$ puri → al più stabile marginalmente

↓

sistema privo di elementi dissipativi (no R, no smorzam.)

Se i poli dovuti alla parte el. e quelli mecch. vanno a coincidere si hanno poli doppi → sistema diventa stabile

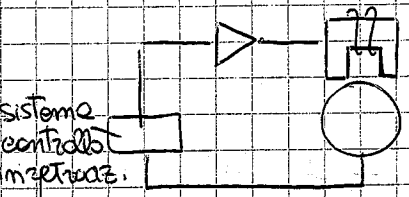
↳ x Sistemi che non hanno controllo attivo

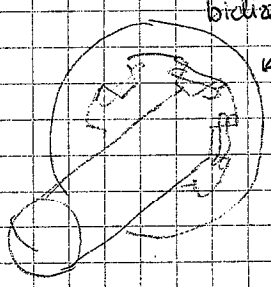
master COPY

INTRODUZIONE LEVITAZIONE MAGNETICA

Fare in modo che l'oggetto rimanga sospeso senza attrito rispetto a un riferimento

Eq. Maxwell, Eq. Newton → controlli automatici

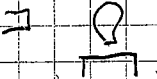




serve un sistema che mantenga anche la posizione orizzontale (2 sensori + 2 coppie di controllo che mantengono l'asse nella posizione corretta)

mantiene l'oggetto a distanza predefinita decidendo la giusta corrente e azionando un amplificatore di potenza che alimenta l'elettromagnete il sistema di controllo legge la distanza, la elabora e l'amplificatore di potenza stabilisce la I da mandare all'elmagnete





riceve più o meno luce a seconda che l'oggetto si trovi più lontano o più vicino dell'el. magn.

Cuscinetti magnetici: Vantaggi

1) PRIVI DI CONTATTO → non c'è usura
2) funzionano senza lubrificanti
3) scarsa manutenzione → solo nei sistemi di controllo, amplificatori, elettromagn, senza bisogno di staccare la macchina
4) alta tolleranza contro variazioni di temperatura, vuoto, agenti chimici
   no grippaggio bronzine; no lubrif. non funzionano
5) perdite limitate (effetto Joule + correnti parassite e isteresi)
6) alte velocità di rotazione → non c'è attrito nelle bronzine

Svantaggi:

1) complessità
2) costo iniziale elevato

10 el.m. cusc ATTIVI → cilindro appoggiato in due punti dove vanno "inseriti" cuscinetti
- 2 radiali, 2 assiali
- 5 sensori dist.
- 1 unità controllo
- 5 amplificatori

4 el. percepiscono 2 dir. x, 2 dir. y

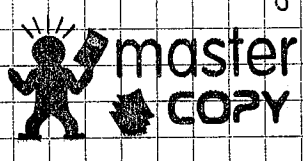
2 el. m. uno spinge in un verso, l'altro nell'altro

Cuscinetti
- ASSIALE
- 2 RADIALI → 2 sensori (direz. x e y)

Conversione analogico-digitale

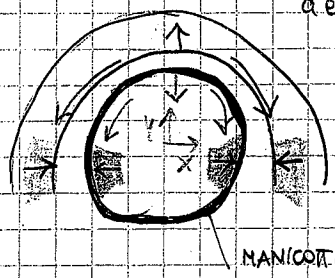
dalla misura per esempio di due distanze mi restituisce dei numeri che rappresentano trasferiti agli amplificatori impongono la corrente

↳ bastano 5 correnti per 10 elettromagneti a amplificatori



MAGNETI PERMANENTI

a colori ci sono i magneti polarizzati nelle direzioni indicate dalle frecce



ARRAY di HALBACH → il campo magnetico STATORICO si concentra all'esterno dei magn.

Il campo magnetico ROTORICO si concentra all'interno dei magn. mentre all'esterno è circa nullo

Sistema stabile nella y, instabile in x
perché se riduco la distanza fra rotore e viola si genera ulteriore attrazione che fa sì che vadano in contatto



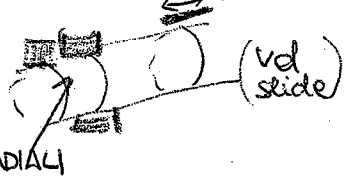
master COPY

Riassunto schemi PRECISAZIONE INTRODUZIONE GENERALE

UNIVERSITÀ

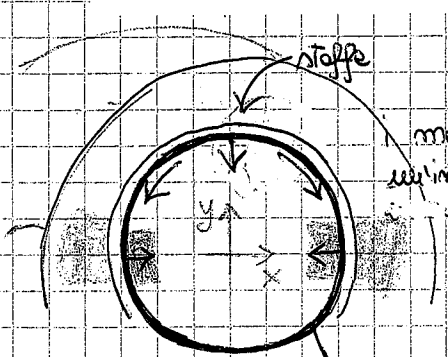
ATTIVI – PASSIVI
- controllo elettrico
- senza controllo

RADIALI – ASSIALI
↓ pos. X,Y ↓ pos. Z



$\mu < 1$ conf. STABILE
spedizione op. → cond. STAZIONARIA
punto di max → EQ. INSTABILE
punto di min → EQ. STABILE

$\mu > 1$ → punti di max dell'energia } INSTABILE
$\mu < 1$ → punti di min } STABILE



MAGNETI PERMANENTI

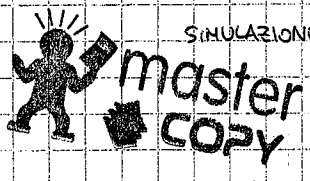
magneti esterni e interni interagiscono e si produce un'interazione, per questioni di sym se il sist. è centrato, si ha una forza nulla in orizzontale (asse x) mentre si ha una forza non nulla in verticale (asse y) forza di sostentamento

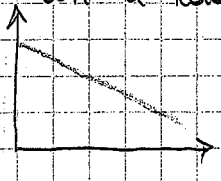
↓

Th. Earnshow → il sistema è stabile in dir. Y
instabile in dir. X

↓ come si vede?

Spostando lo statore, quindi il manicotto verso destra, cioè verso il rotore diminuendo la distanza tra magn. rotore e viola, si genera una forza che tende a far andare a contatto il manicotto conduttore con il rotore





velocità asse Y
velocità con cui il manicotto si muove verso l'esterno (concorde all'asse x) diminuisce fino a zero quando avviene il contatto → SIST. INSTABILE