cielo Empowering Light

מערכות נווט אינרציאליות מבוססות FOG

נובמבר 2011

משימות ניווט ובקרה

- **ניווט:**
  - ניווט אינרציאלי בסביבה עם וללא GPS
    - GPS חסום או לא פועל
    - שטח בנוי (עירוני) ללא קליטה
  - ניווט כלי רכב וניווט חייל בודד (בעיקר בשטח בנוי)
  - איכון אינרציאלי

- **מציאת צפון:**
  - מצפן אינרציאלי
  - הצבת ארטלריה
  - הצבת תצפיות ומערכות הרכשת מטרות

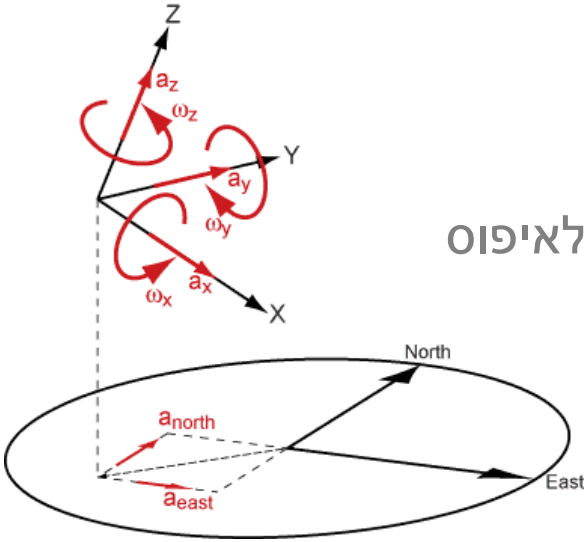
- **בקרה:**
  - בקרת קו ראיה – ייצוב מערכות גימבל למצלמות, מצייני לייזר וכדומה
  - בקרת וייצוב נשק – תותח, עמדות נשק, מערכות הגנה וירי
  - בקרת טיסה (כלים מאויישים, בלתי מאווישים ומערכות נשק)
  - מחווני טיסה - AHRS
  - בקרת קו ראיה – ייצוב מערכות גימבל למצלמות, מצייני לייזר וכדומה

אתגרים למערכות הניווט והייצוב

- **כמו תמיד:**
  - נפח
  - משקל
  - מחיר
- **ומבחינה טכנית:**
  - דיוק הניווט ללא GPS נגזר מדיוק המדידים – מדידים מדויקים יותר הם בד"כ גדולים יותר
    - פחות בעיה ברכב גדול, יותר עבור חייל בודד
  - עמידה בתנאי סביבה קשים:
    - הלמים גבוהים במערכות ירי - שרידות
    - קצבי סיבוב גבוהים מאד ותאוצות גבוהות מאד – ביצועים
  - מהירות ודיוק מציאת הצפון – נגזר שוב מגודל ונפח נתון
    - יותר מדידים (ליותר מציר אחד) משפרים ביצועים
    - מדידים גדולים מדויקים יותר

ניווט אינרציאלי

- **ניווט אינרציאלי מבוסס על מדידת תאוצה קוית ומהירות סיבוב**
- **על ידי אינטגרציה בזמן ניתן לקבל מיקום, מהירות וזוית**
- **מדידה בשלשה צירים ניצבים מאפשרת מציאת מיקום וכיוון במרחב**
- **במערכת ניווט אינרציאלית ישנם לרוב**
  - שלשה מדי תאוצה
  - שלשה סיביבונים
  - GPS לקביעת מיקום מדויקת (התחלתית) ולאיפוס סחיפות.

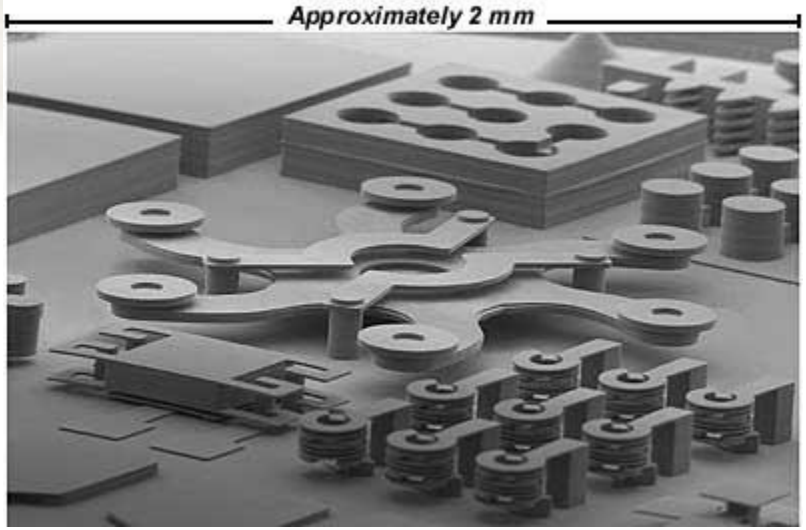


מדי תאוצה

- **מד תאוצה בנוי על מדידת הסטיה של מסה כתוצאה מהאצה**
- **לעיתים מוסיפים חוג בקרה סגור המחזיר את המסה למקומה**
  - במקרה זה הכח הנדרש לבטל את התאוצה הוא המדידה
- **מדי תאוצה מיוצרים בשיטות שונות ורבות:**
  - MEMS – רכיבים קטנים מאד, זולים מאד, אך עדין לא מדויקים (מספיק)
  - מטוטלת אלומיניום, סיליקון או קוורץ
  - מטוטלת עם מנגנון בקרה בחוג סגור
- **יצרנים (לדוגמא):**
  - MEMS – Collibrys (שוויץ)
  - מטולטלות בחוג סגור –
    - Honeywell (ארה"ב)
    - Sagem (צרפת)
    - תמ"מ (ישראל)
- **בעיות:**
  - מגבלות ייצוא וייבוא – משתמש סופי
  - Yield
  - מחיר

מדי תאוצה

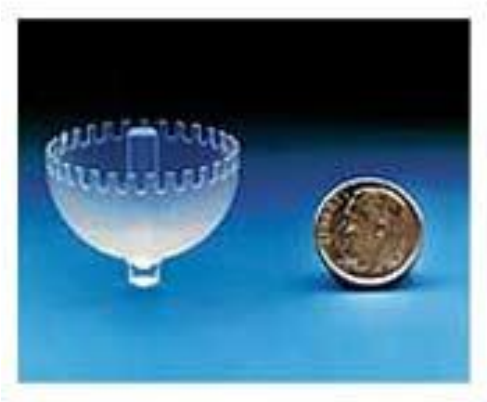
From Computer Desktop Encyclopedia
Reproduced with permission.
© 2003 MEMGen Corporation

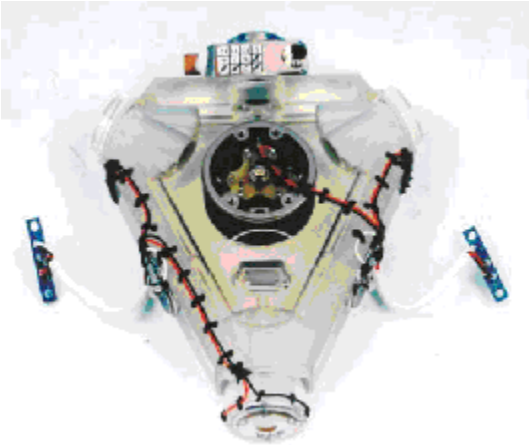


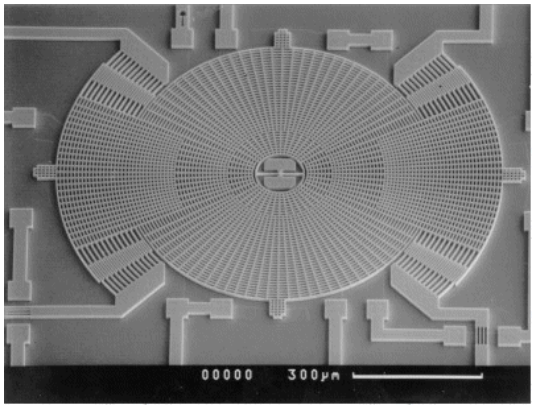
סביבונים

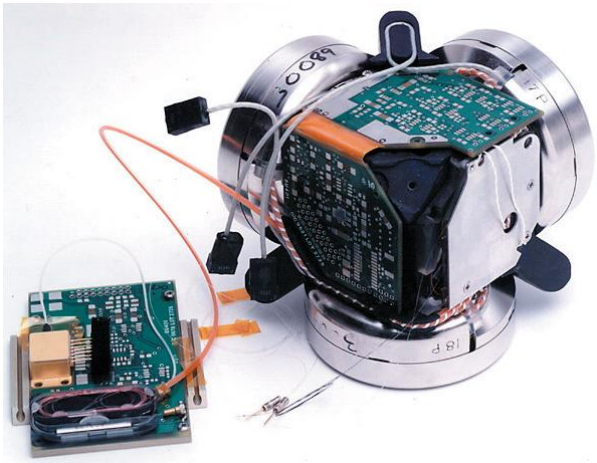
- **סביבונים מכניים:**
  - הותיקים ביותר
  - ניתן לקבל בדיוקים נמוכים עד גבוהים ביותר
  - חסרונות ידועים של מערכות מכניות – חלקים נעים, תקלות, זמן התיצבות
  - ידע הולך ונעלם
- **סביבונים אופטיים:**
  - פועלים על סמך עקרונות פיזיקליים דומים
  - ניתן לקבל בכל רמת דיוק
  - טכנולוגיות שונות:
    - MEMS – זולים, אך לא מדוייקים (לא בדיוק אופטי)
    - Ring Laser Gyro (RLG) – מדויק מאד, לא זול, בעיות Yield, רועש, דורש מתח גבוה
    - Fiber Optic Gyro (FOG) – בחוג פתוח או בחוג סגור, דיוקים שונים, לא זול, ללא חלקים נעים
    - Hemispherical Resonator Gyro (HRG) – מדויק מאד, שקט וקטן, יקר מאד, לא זמין לכל דורש

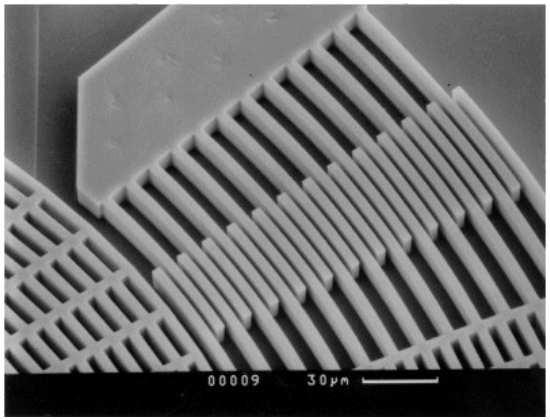
סביבונים









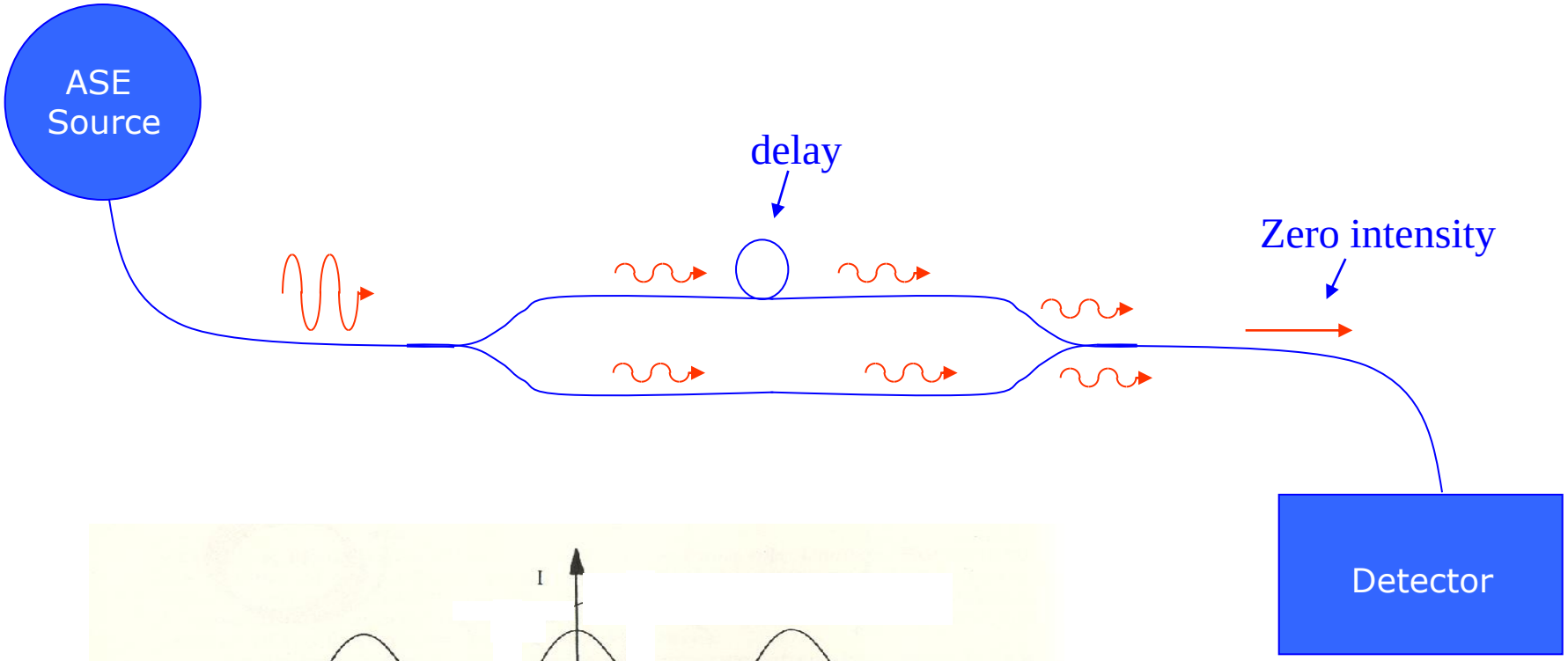


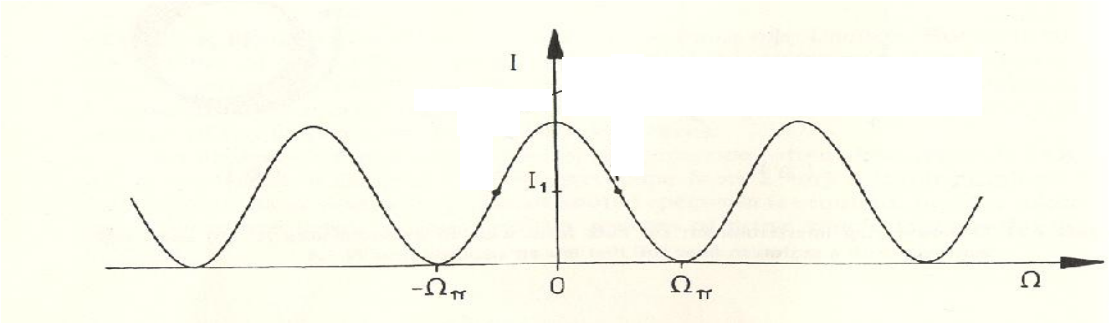
cielo Empowering Light

סביבון אופטי בחוג סגור

Principles of operation

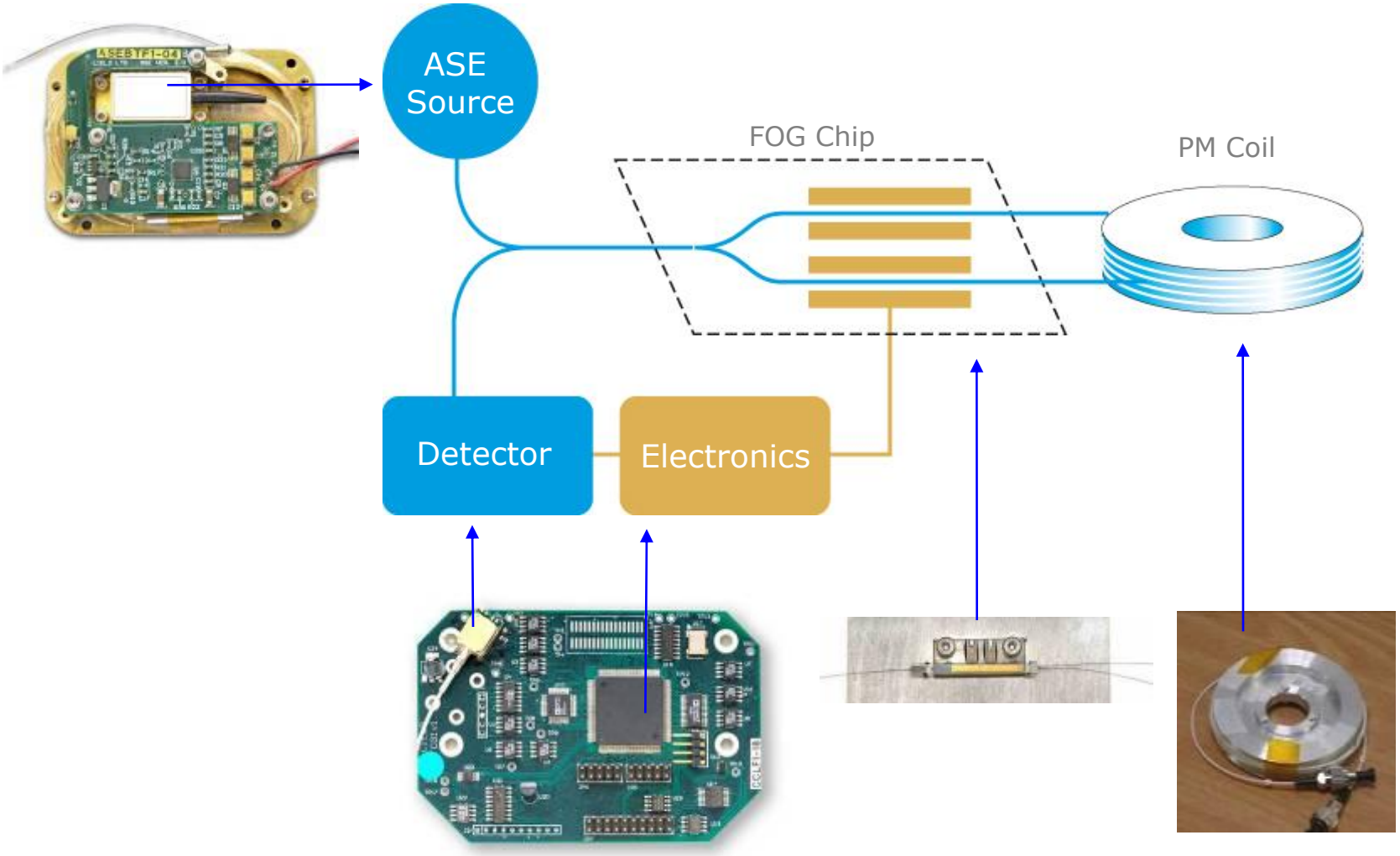
FOG – Fiber Optical Gyro





Complete In-House Manufacturing

FOG – Fiber Optical Gyro



דוגמאות למערכות נווט מבוססות FOG

יתרונות FOG

- **מערכת מצב מוצק סגורה (Solid State):**
  - אין חלקים נעים
  - אין מקורות רעש פנימיים
  - עמידות ברעידות והלמים
- **יציבות והדירות גבוהות**
- **ביצועים מול נפח משקל ומחיר**
- **יצוריות ואמינות גבוהים מאד**
- **גמישות בתכנון להשגת ביצועים ברמות שונות**
- **עמידות בתנאי סביבה ואורך חיים**

חברת אל סיאלו

- **פרופיל**
  - נוסדה בשנת 2005 על בסיס ציוד, מתקנים וידע שנרכש מקיארו נטוורקס ומימון מפא"ת
  - מציעה פתרונות ג'יירו , IMU ו-VGU
  - חברת בת של אירונאוטיקס מיבנה
  - 1000 מ"ר של חדרים נקיים, קו הרכבות אופטיות, ציוד ומתקני בדיקה ותנאי סביבה
  - 56 עובדים
  - כל הפיתוח והייצור תחת גג אחד בירושלים

Al Cielo proprietary

cielo Empowering Light

Thank You

www.alcielo.com