



# СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ “СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ”

---

Факултет по математика и информатика

Специалност: Информатика

Магистърска Програма: Вградени Системи

Преподавател: д-р Йоаннис ПАТИАС

# ПРОЕКТИРАНЕ НА РОБОТИЗИРАНИ СИСТЕМИ

---

Дисциплина:

Проектиране на роботизирани системи



E-mail:

[ioannis.patias@gmail.com](mailto:ioannis.patias@gmail.com)

# Теми на лекциите

1. Основни понятия
2. Процеса на проектирането
3. Провеждане на експерименти и тестове
4. Прилагане на оптимизация
5. Осигуряване на стабилност
6. **Захранване**
7. Навигационни сензори
8. Системи в дискретно време
9. Контрол на обратната връзка
10. Проектиране на контрола на системата

# Теми на лекцията

## Захранване

1. Общи изисквания
2. Сравнения и метрика
3. Диаграма Рагоне
4. Съотношение енергия към тегло
5. Съотношение мощност към тегло
6. Ефектите от мащаба
7. Хибридни системи

## Захранване

- то е неизбежно предизвикателство в дизайна на роботизирани системи
- не може да бъде оставено на заден план защото ако бъде оставено на крайните фази на проектирането, може да доведе до тежки и неблагоприятни последици за системата, като преодоляване на казуси от наднорменото тегло, размерите, топлината и оперативните ограничения.

## Общи изисквания

- мощност
- енергия
- маса
- напрежение
- цена
- поддръжка
- безопасност

## Общи изисквания

- **МОЩНОСТ:**
- считаме че трябва да осигурим непрекъснатата мощност
- 30W от 300W
- дългосрочни източници на енергия са от особен интерес за мобилни механизми
- Батериите са текущия избор в този режим, но циклите за презареждане (приемайки, че няма подмяна) отнемат значително време, и батериите, сами по себе си, могат да бъдат значителна част от масата на такива системи

## Общи изисквания

- **енергия:**
- Изискванията за енергия са около 2-3 кВтч.
- Wh единици са енергийни единици
- 3600 джаула = 1Wh.



## Общи изисквания

- **маса:**
- Системата за захранване е за използване в малки мобилни системи, така че желателно е масата да бъде от порядъка на няколко килограма или най-много, десетки килограми.

## Общи изисквания

- **напрежение:**
- Работното напрежение за електрониката обикновено е 3-5VDC и
- мотора на задвижването обикновено е 12 или 24 VDC
- останалата електроника обикновено използва малки DC-DC конвертори за предоставяне на съответните напрежения

## Общи изисквания

- **цена:**
- Цената на електро-енергийната система ще зависи от технологията и разходите ще зависят от приложението.
- Като цяло, стойността трябва да бъде около 10-20% от разходите за системата и не трябва да доминира разходите система.

## Общи изисквания

- **поддръжка:**
- Идеалната технология следва да изисква само просто презареждане или повторно пълнене и да минимално малка поддръжка.

## Общи изисквания

- **безопасност:**
- Технологията на захранването трябва да бъде безопасна
- например за околната среда: в някои технологии за батерии се използват тежки метали, които са токсични. Токсичността, не е въпрос само по време на употреба, а и при изхвърляне и това може да бъде силно смекчено чрез рециклиране
- безопасност от пожар, експлозия ит.н.

## Сравнения и метрика

- Оценката на подходящи технологии е от решаващо значение за избор на електроенергийната подсистема.
- При избора на източник на захранване, разглеждането на една таблица, показваща енергиен капацитет за различните технологии за нужното равнище на производителност е недостатъчно, защото не показва други характеристики

# Сравнения и метрика

- важни характеристики:
  - шум,
  - ниска трайност,
  - разходите,
  - стабилност на хранване,
  - времето за зареждане,
  - топлина,
  - живот и
  - експлоатационни отклонения

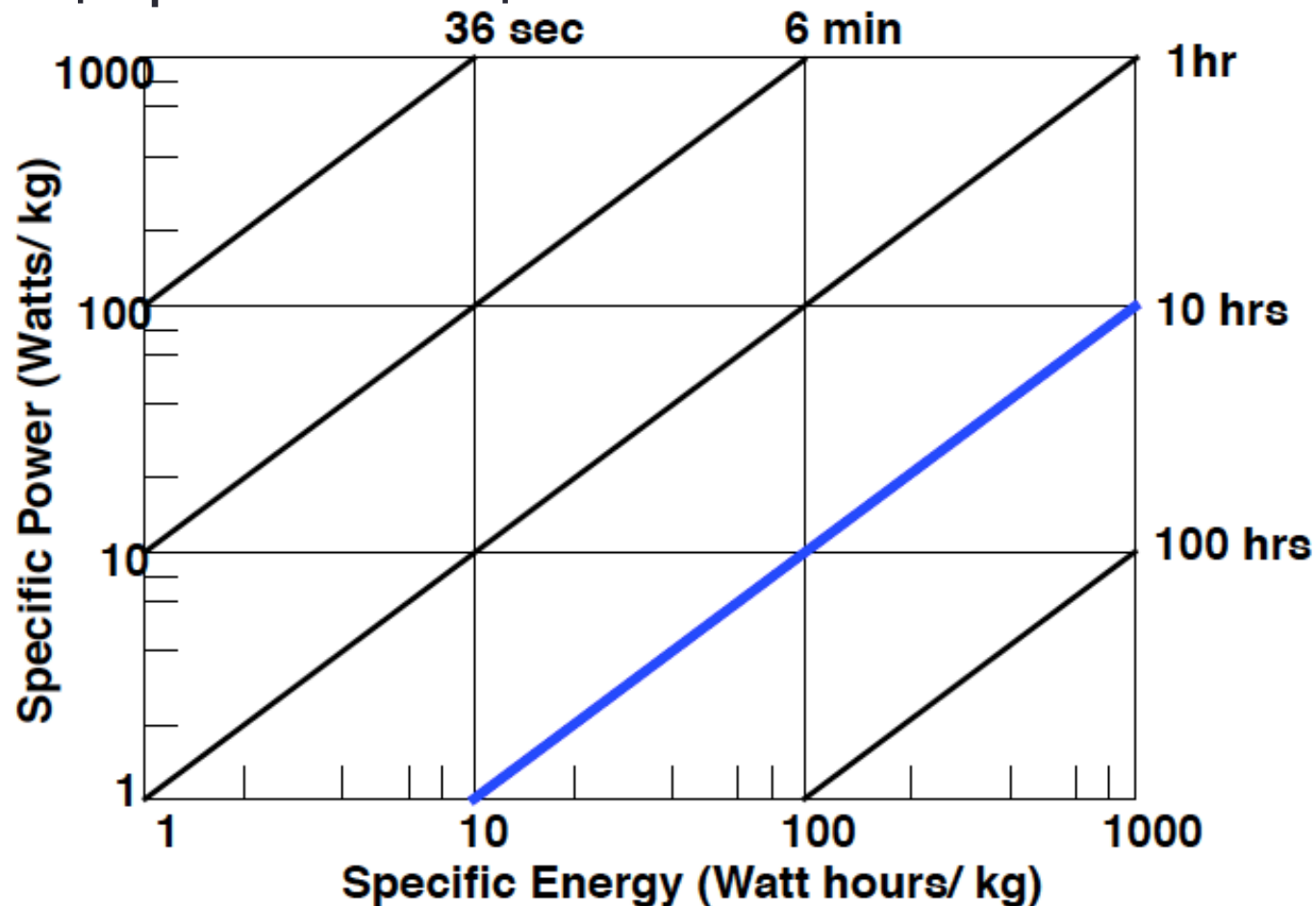
# Сравнения и метрика

- за целта на сравненията и метриката се използват различни техники:
  - сравнения: графична техника за оценка на енергийни системи, диаграма Рагоне
  - метрика: съотношения като
    - енергия към тегло и
    - мощност към тегло



# Диаграма Рагоне

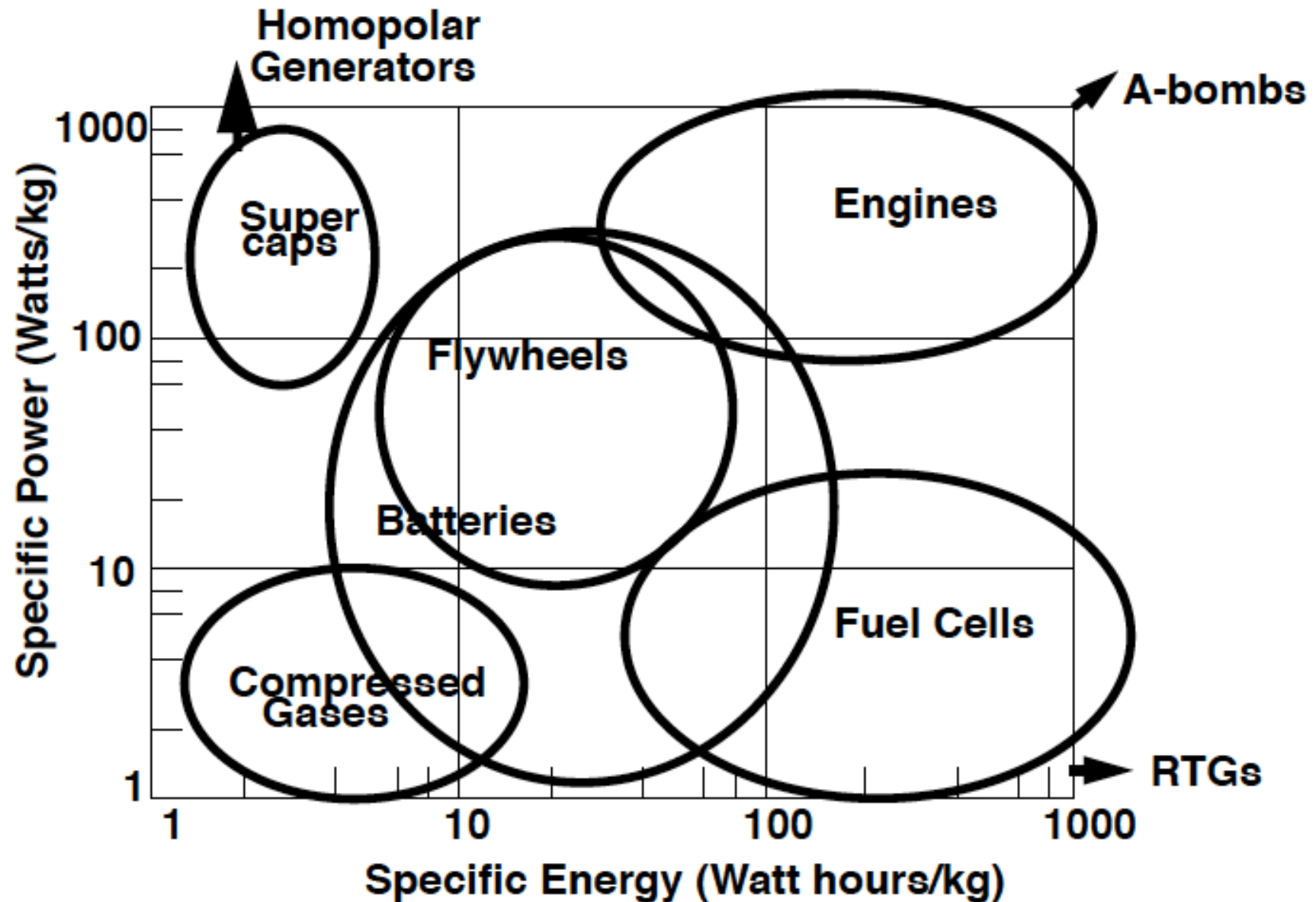
- изобразява специфична енергия спрямо специфична мощност



## Диаграма Рагоне

- диагоналните линии показват времето за постоянно освобождаване на енергия в системата
- т.е. за дадена консумация и дадено количество енергия, тази линия показва времето за работа
- това е съотношението на специфична енергия за специфична мощност и така получената пространствена единица е време
- най-вече полезна за технологии за батерии, чиито "гориво" е неразделна част от системата

# Диаграма Рагоне



## Съотношение енергия към тегло

- Това е еквивалентно на колко високо системата за акумулиране на енергия може да си вдигне собствената си тежест от един грам

$$\frac{\text{energy}}{\text{weight}} = \frac{\text{joules}}{\text{newtons}} = \text{meters}$$

## Съотношение енергия към тегло

- дава интуитивно усещане за енергиен капацитет и стойността е независима от размера на системата

## Съотношение енергия към тегло

- например, оловните акумулатори имат специфична енергийна стойност на  $50\text{Wh} / \text{кг}$ .
- Тази стойност, в формата на енергия / тегло, означава, че те могат да си вдигнат своята собствена маса  $18\,000\text{ m}$
- да подчертаем че това е независимо от масата на системата

## Съотношение мощност към тегло

- то показва колко бързо една система може да се катери вертикално, като се взема тегло от един грам

$$\frac{\text{power}}{\text{weight}} = \frac{\text{joules/second}}{\text{newtons}} = \frac{\text{meters}}{\text{second}}$$

## Съотношение мощност към тегло

- или това е скоростта която системата може да постигне, ако системата може да се посвети цялата си мощност за вертикално движение
- за повечето приложения, това има прагматични последствия за изкачване на хълмове
- може да се използва, като пряко съпоставяне на ограничения мощност и скорост



## Ефектите от мащаба

- Размерът и масата влияят при избора на електрическата система за използване. Технология, която работи в мащаб милиметър и грам не може да работи при скала от 10 метра или 1000 килограма.
- Например: система тежаща 1000 килограма, изискваща 10kW за да пътуват по 10 метра / сек и която може да измине 10 часа по неравен терен. Това е приблизително равно на малък автомобил със стандартен бензинов двигател и е осъществимо и практично.

## Ефектите от мащаба

- Мащабираме всичко надолу с коефициент 1000. Това води до един кг превозно средство, което използва 10W и пътува с по 1cm / сек. В този момент автомобилът трябва да работи в продължение на 10 часа и пътуване 360 метра през това време.
- В втория мащаб, ще бъде много трудно да се получи 10 часа време за работа дори от най-практичните източници на енергия, като например батериите.

## Хибридни системи

- Източниците на захранване са ограничени. Това означава, например че те могат да доставят малки количества енергия за дълъг период от време, но не могат да предоставят висока мощност за кратко време.
- При проектирането на такава система, колебанията на натоварването може да принудят спецификации далеч отвъд средните нужди поради моментни високи натоварвания, които от време на време да се появят.

## Хибридни системи

- Автомобилите са отличен пример за това: висока мощност е необходима само за ускорение или хълмове, но за най-стабилно управление е необходима само една малка част от наличната мощност.
- Поради тази причина, може да е практично да има двустепенна или хибридна енергийна система

## Хибридни системи

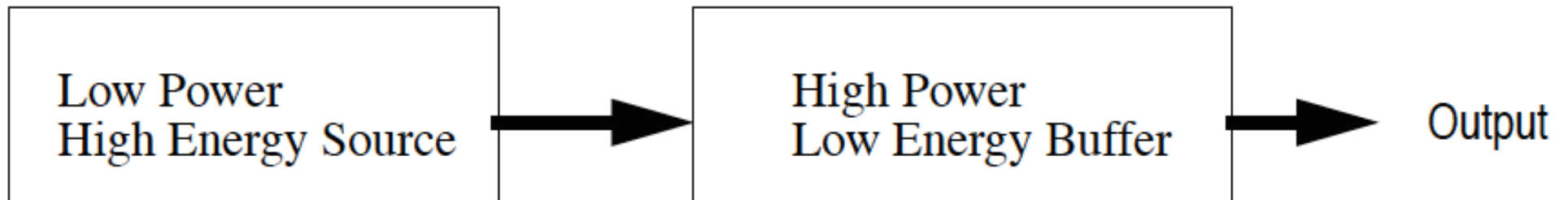
- при двустепенна или хибридна енергийна система, първия етап постоянно подава, на втория етап енергия или двете успоредни системи могат да доставят енергия, колкото е необходимо
- т.е. има два вида на хибридни системи: серийни и паралелни

# Хибридни системи

- серийни
- В серийните хибридни системи, на първия етап се предвижда малко количество енергия което се подава непрекъснато, а вторият етап доставя висока мощност за кратко време.
- Като аналогия, представете си система която може да е тънка струйка вода доставяща се в една кофа, която се оттича в различна степен. Капене е малко но непрекъснато снабдяване с енергия и кофата става вторият етап буфер

# Хибридни системи

- серийни
- значителни загуби могат да се появят поради прехвърлянето през първия етап на подаване на втория етап



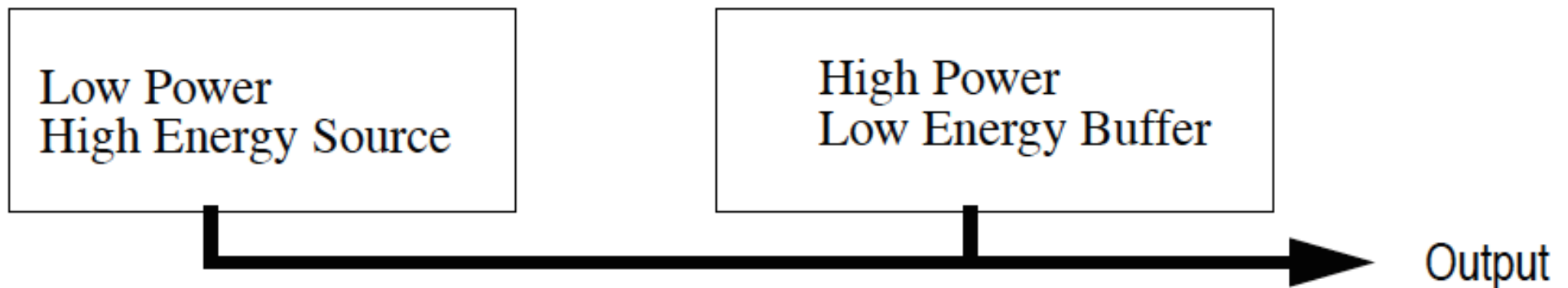
# Хибридни системи

- паралелни
- Алтернативата, е хибридната паралелна конфигурация, където може да се направи източник добавящ енергия по всяко време, както загубите на серийната конфигурация се елиминират



# Хибридни системи

- паралелни
- Например: в електрически автомобили, паралелната конфигурация осигурява конвенционална механична връзка между двигателя и колелата, паралелно с електрически двигател за задвижване на колелата



# Хибридни системи

- паралелни
- В тази конфигурация електродвигателят може да се използва за ускорение и механичната енергия от двигателя да се използва за задвижване на магистрала, където изискванията на изходна мощност са по-ниски от тези за ускорение

