Elección de componentes

# Sensor inercial (IMU)

Se parte del sensor LSM9DS1, el cual presenta una configuración de 9 ejes: 3 para el acelerómetro, 3 para el giróscopo y 3 para el magnetómetro. Aunque este sensor es funcional, se identifica un margen significativo para mejoras. La meta es seleccionar un sensor con 6 ejes, reduciendo así su consumo energético. Además, se persigue mejorar la precisión y la resolución sin comprometer sustancialmente el consumo energético. Este enfoque busca optimizar la eficiencia del dispositivo, garantizando un rendimiento superior en términos de funcionalidad y consumo de energía.

Tabla 1 - Primera comparación de los sensores IMU

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Acelerómetro | | | |  | Consumo | |
|  | Nº de ejes | 2g (mg/LSB) | 4g (mg/LSB) | 6g (mg/LSB) | 16g (mg/LSB) | Resolución de salida (bits) | Vin (V) | Iin (mA) |
| LSM9DS1 | 9 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,732 | 16 | 1,9-3,6 | 1,9 |
| ADIS16505-3BMLZ | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 16 | 1,7-3,6 | 0,361 |
| ASM330LHHTR | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 32 | 2-3,6 | 0,36 |
| BHI360 | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 16 | 1,7-3,6 | 3 |
| BMI085 | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 16 | 2,4-3,6 | 5,15 |
| BMI270 | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 16 | 1,2-3,6 | 0,685 |
| IAM-20680HP | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 16 | 1,7-3,6 | 3 |
| ICM-20600 | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 16 | 1,7-3,45 | 2,79 |
| ICM-20602 | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 16 | 1,7-3,6 | 2,79 |
| ICM-40627 | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 16 | 1,7-3,6 | 0,65 |
| ICM-42670-P | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 16 | 1,7-3,6 | 0,55 |
| ICM-42688-V | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 18 | 1,7-3,6 | 0,881 |
| IIM-42652 | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 16 | 1,7-3,6 | 0,67 |
| ISM330DHCXTR | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 16 | 1,7-3,6 | 0,361 |
| ISM330DLCTR | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 16 | 1,7-3,6 | 0,75 |
| LSM6DS3TR-C | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 16 | 1,7-3,6 | 0,16 |
| LSM6DSLTR | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 16 | 1,7-3,6 | 0,65 |
| LSM6DSOTR | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 16 | 1,7-3,6 | 0,55 |
| LSM6DSRTR | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 16 | 1,7-3,6 | 0,36 |
| MPU-6500 | 6 | 0,061 | 0,122 | 0,244 | 0,488 | 16 | 1,7-3,45 | 3,4 |

Tabla 2 - Segunda comparación de sensores IMU

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Giróscopo | | | | |
|  | 125 grados/s (miligrados/s/LSB) | 250 grados/s (miligrados/s/LSB) | 500 grados/s (miligrados/s/LSB) | 1000 grados/s (miligrados/s/LSB) | 2000 grados/s (miligrados/s/LSB) |
| LSM9DS1 | - | 8,75 | 17,5 | - | 70 |
| ADIS16505-3BMLZ | 4,375 | 8,75 | 17,5 | 35 | 70 |
| ASM330LHHTR | 4,37 | 8,75 | 17,5 | 35 | 70 |
| BHI360 | 3,815 | 7,629 | 15,259 | 30,518 | 61,035 |
| BMI085 | 3,815 | 7,629 | 15,259 | 30,518 | 61,035 |
| BMI270 | 3,815 | 7,629 | 15,259 | 30,518 | 61,035 |
| IAM-20680HP | - | 7,634 | 15,267 | 30,488 | 60,976 |
| ICM-20600 | - | 7,634 | 15,267 | 30,488 | 60,976 |
| ICM-20602 | - | 7,634 | 15,267 | 30,488 | 60,976 |
| ICM-40627 | 3,817 | 7,634 | 15,267 | 30,488 | 60,976 |
| ICM-42670-P | - | 7,634 | 15,267 | 30,488 | 60,976 |
| ICM-42688-V | 3,817 | 7,634 | 15,267 | 30,488 | 60,976 |
| IIM-42652 | 3,817 | 7,634 | 15,267 | 30,488 | 60,976 |
| ISM330DHCXTR | 4,375 | 8,75 | 17,5 | 35 | 70 |
| ISM330DLCTR | 4,375 | 8,75 | 17,5 | 35 | 70 |
| LSM6DS3TR-C | 4,375 | 8,75 | 17,5 | 35 | 70 |
| LSM6DSLTR | 4,375 | 8,75 | 17,5 | 35 | 70 |
| LSM6DSOTR | 4,375 | 8,75 | 17,5 | 35 | 70 |
| LSM6DSRTR | 4,375 | 8,75 | 17,5 | 35 | 70 |
| MPU-6500 | - | 7,634 | 15,267 | 30,488 | 60,976 |

Para seleccionar el sensor mas optimo para nuestra implementación se ha seguido el criterio de la **Tabla 3**.

Tabla 3 - Criterio de comparación de sensores IMU

|  |  |
| --- | --- |
| Consumo elevado |  |
| Hay otro con la misma precisión con menor consumo |  |
| Hay otro con más precisión |  |
| Destaca en algo |  |
| Mas optimo |  |

Como se puede ver en la **Tabla 1** todos los dispositivos estudiados mejoran en precisión al sensor de referencia. Además, se puede ver como 2 sensores destacan por tener una mayor resolución. Finalmente se ha optado por implementar un sensor con una resolución de 16 bits ya que los miligrado/s obtenidos son suficientes para la implementación que se está desarrollando además de disponer de un menor consumo.

En el caso de la **Tabla 2** se aprecia que hay sensores con mejores precisiones en un mayor rango de trabajo que el sensor de referencia. Se ha acabado optando por el sensor LSM6DS3TR-C este mejora la precisión del acelerómetro y el rango de trabajo del giróscopo reduciendo considerablemente el consumo energético.

# Regulador de tensión DC-DC

El dispositivo IoT debe contar con el microcontrolador nina b306 este dispone de varios modos de funcionamiento como se muestra en la **Tabla 4**. Este trabajará en dos modos en Standby mientras se encuentra en reposo, con un consumo de 1,3 µA, y en estado activo con Radio TX + 8 dBm output power, esto es debido a la comunicación bluetooth implementada con un consumo de 14,1 mA.

Tabla 4 - consumo del microcontrolador nina b306

Tabla

Descripción generada automáticamente

También hay que tener en cuenta el consumo del sensor IMU siendo de 160 µA. En la **Ecuación 1** y **Ecuación 2** se muestra el consumo del dispositivo IoT en función del estado de trabajo.

Ecuación 1 - Consumo del dispositivo IoT comunicando por bluetooth

Ecuación 2 - Consumo del dispositivo IoT en standby

Se quiere implementar un regulador conmutado el cual sea lo mas eficiente posible en ambos estados de funcionamiento.

Tabla 5 - Comparación de reguladores dc-dc conmutados

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Vin (V) | Vout (V) | Iout (A) | Consumo en reposo (uA) | Frecuencia de conmutación (kHz) | Topología | Eficiencia BLE on (%) | Eficiencia standby (%) |
| A81805KESJSR | 3,5-36 | 3,3 | 2,5 | 6 | 400-2500 | Buck | > 70 | > 60 |
| ADP2107ACPZ-3.3-R7 | 2,7-5,5 | 3,3 | 2 | 20 | 1200 | Buck-boost | > 72 | > 50 |
| LM536013QDSXRQ1 | 3,55-36 | 3,3 | 1 | 23 | 2100 | Buck | > 60 | - |
| LM536013QUDSXRQ1 | 3,55-36 | 3,3 | 1 | 6,5 | 2100 | Buck | > 60 | - |
| LM536023QPWPTQ1 | 3,55-36 | 3,3 | 2 | 8 | 2100 | Buck | > 90 | > 55 |
| LM63635CA3QDRRRQ1 | 3,5-36 | 3,3 | 3,25 | 23 | 400 | Buck | > 90 | > 85 |
| LM63635CC3QDRRRQ1 | 2,7-36 | 3,3 | 3,25 | 23 | 2100 | Buck-boost | > 87 | > 80 |

Tabla 6- Criterio de comparación de reguladores dc-dc

|  |  |
| --- | --- |
| Baja eficiencia |  |
| Otro con mayor eficiencia |  |
| Destaca en algo |  |

Se ha optado por implementar el regulador LM63635CA3QDRRRQ1, el cual obtiene el mejor ratio de eficiencia en ambos estados con el menor consumo posible.