



模块 5

实验：电池和电压调节



实验：电池和电压调节

5.0 目标

本实验的目标是构建为机器人供电所需的电子设备，在设备调试期间，可通过 USB 电缆从 PC 中获得+5V 电源。然而，在机器人自主运行期间，将由电池来提供电源。在这个实验模块中：

1. 您将了解电池的电压，电流和功率。
2. 您将用电池进行实验。
3. 您将为您机器人配置所需的驱动板。
4. 您将在电池提供电源情况下运行 MSP432 LaunchPad。

小知识：电源管理是嵌入式系统的一个重要方面。许多考虑会影响系统性能。这些考虑因素包括但不限于电压，电流，电池寿命，尺寸，重量和电源线纹波（噪声）。

5.1 入门

5.1.1 从下面的软件工程起步（无）

注：请不要在本实验中使用 TExaS 创建的电压表，示波器或逻辑分析仪。加到 MSP432 输入的电压必须保持在 0 到 3.3V 之间，超出此范围的电压将损坏 MSP432 器件。

5.1.2 参考资料

Yageo LR_SQP NSP_2013.pdf Data sheet for 10W resistor
RSLK China basic construction guide 2.1.pdf How to build the robot
JN_PDB_SHEET02 - POWER_DISTRI.pdf Power panel data sheet

5.1.3 阅读材料

Volume 1 Section 1.1
Embedded Systems: Introduction to the MSP432 Microcontroller",
Volume 2 Section 9.2
Embedded Systems: Real-Time Interfacing to the MSP432 Microcontroller"
Read the specifications on the Motor Driver and Power Distribution board

5.1.4 本实验所需的组件

数量	组件描述	制造商	型号
1	MSP-EXP432P401R LaunchPad	TI	MSP-EXP432P401R
1	Al Alloy Chassis & Structure	JiangNiu	
1	Power Module	JiangNiu	JN_PDB_2RSLKB01_V0.2
1	Interface Board For Exp432	JiangNiu	JN_IB_2RSLKB01_V0.2
1	Battery Holder	JiangNiu	
2	Li Battery 3.7V	JiangNiu	
1	Power Module Cable(3pin)	JiangNiu	

5.1.5 所需实验室设备

示波器（一个或两个通道至少 10 kHz 采样）
电压表，电流表

5.2 系统设计的要求

本实验的两个目标是研究电池的特性，并配置**电源板**以用于机器人。最终目标是为机器人提供一个稳定的+5V 电源，LaunchPad 在电压为+5V 时需要低于 100mA 的电流。

机器人需要一种结构使之正常工作期间能固定电池。**电池盒**为两节 AA 电池（5 号电池）提供结构支持。在本实验中，我们假设您有两个 3.6V NiMH（镍氢电池），为机器人提供+7.2V 的电压，完全充好电的 NiMH（镍氢电池）电池将产生输出电压约 8.4V。有关其他配置，请参阅电源板的数据手册。



实验：电池和电压调节

我们以 amp-hours 来定义电池的**能量存储**，因为假设电压是恒定的。标准能量单位是瓦特秒（1 瓦秒是 1 焦耳），可以通过将能量存储除以运行系统所需的平均电流来估计电池供电的嵌入式系统的操作时间。**功率预算**体现了这一概念，设 E 为电池的储能规格，单位为 mA-hr，t 寿命为产品的预期寿命（小时）；然后我们可以估算出我们的系统允许绘制的平均电流（以 mA 为单位）：

$$\text{Average Current} \leq E / t_{\text{life}}$$

5.3 实验准备

为了测试机器人的电池，我们首先为匠牛底盘构建电池存储组件。图 1 显示了带有两个 NiMH（镍氢电池）的底盘。BAT1+到 BAT1-应该有大体 $2 * 3.6V = 7.2V$ 。

注：出于安全考虑，我们建议在电流小于 0.5A 的情况下测试电池。还请确保电阻上的功率在限制范围内。

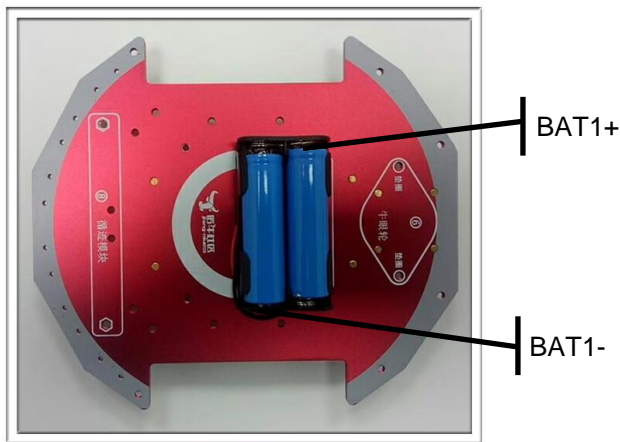


图 1. 匠牛底盘电池盒可容纳 2 节 AA 电池（5 号电池）。

第一步是使用如图 2 所示的简单设置来研究电池的性能。将电阻的功率限制在低于其额定功率是很重要的。传递给电阻的功率是

$$P = I * V = V^2 / R = I^2 * R$$

BOM（所需元件）中列出的电阻的额定功率为 5W。一种可能的配置是使用两节 NiMH（镍氢电池）（BAT1+至 BAT1-）来创建+7.2 V 电池电源。在本实验中，我们将使用 10Ω 电阻作为固定负载。电流消耗为 $7.2V / 10\Omega = 720 \text{ mA}$ ，功率为 $7.2 / 10 = 5.184W$ 。在此电源下，电阻会变热，但工作电压低于最大额定功率 10W。由于电池存储量为 450 mA-hr，因此进行放电实验需要 $450 / 720 = 0.625$ 小时。

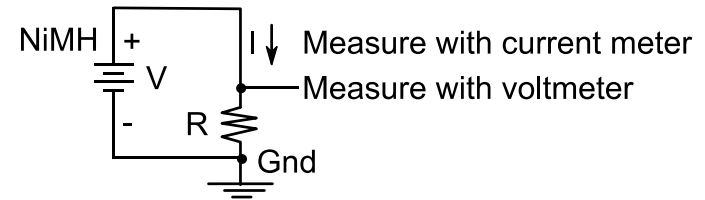


图 2. 电池电路

第二步是配置**配电板**以在机器人上使用。图 3 显示了配电板上与电源相关的引脚位置。

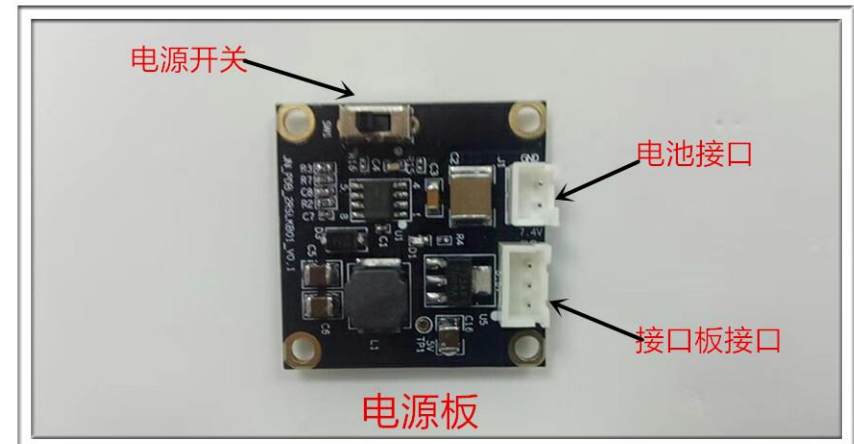


图 3. 匠牛底盘的电机驱动器和供电板

请按照以下步骤配置机器人的配电板：

- 1) 将电池盒上的 2pin 端子接到电源板 J1 端口。
- 2) 将电源板 J2 端口使用 3pin 排线连接到接口板 J1 端口。



实验：电池和电压调节

该引脚分别对应 5V, 3.3V, GND。

3) 将接口板 J6, J7, J8 插针分别与 LaunchPad 的双排排母连接。

图 4 显示了部分完成的系统。

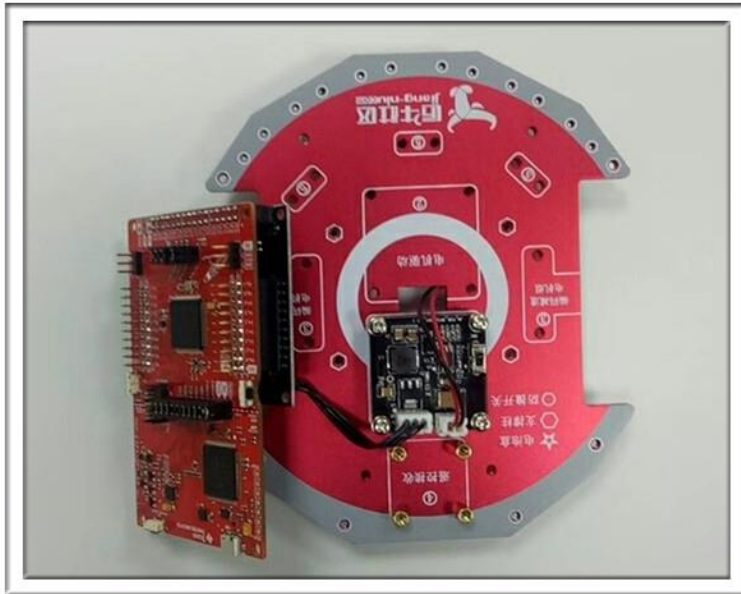


图 4. 连接 LaunchPad 与配电板。

5.4 实验步骤

5.4.1 存储在电池中的总能量

在本实验中，您将确定电池中存储的总能量（Ni-MH）。

首先，按照充电器上的说明为电池充电。使用图 2 所示的电路，测量电流和电压。测量电压降至其标称值的 80% 以下所需的时间，电池放电需要几个小时。计算焦耳中的能量存储：

$$E = V \cdot I \cdot \text{time}$$

另外，以 mA-hr 计算存储量，并将测量值与制造商的规格进行比较。

在交流模式下使用示波器为电池充电并测量电池噪音（无需将其连接到任何电路）。我们可以将噪声量化为均方根电压（V_{rms}）或峰峰值电压（V_{p-p}）。你会发现电池噪音很低，然而，一旦我们把电源连接到机器人上，就会有非常大的噪音，这是由开关调节器、电机和电机驱动电路引起的。

5.4.2 电压调节

电池提供电压和电流。然而，当工作在规格电压范围内的两个镍氢电池（NiMH）的电压将范围从 7.2 至 8.4V。稳压器的目的是提供一个恒定的电压。在电源板上的调节器提供+5V 使输出可以达到 3A。

将电池连接到电机板上的调节器电路。在本实验中，请勿连接 LaunchPad，电机或其他外部电路，只需连接电池，电源板。（您将在实验 12 中连接电机）。打开电源，使用直流电压模式下的电压表测量电池电压和稳压器输出电压。目标是为 LaunchPad 创建一个+ 5V 稳压电源。两个完全充电的镍氢电池（NiMH）可能具有高于 8V 的电压。如果您有+7.2 V 电池电压，但没有+ 5V 稳压输出。

一旦确认调节器工作正常，关闭电源，并通过电流表将+ 5V 稳压电压连接到 LaunchPad + 5V 的线路，如图 6 所示。在这些测量期间，LaunchPad 不会连接到 PC。在直流模式下使用电压表来验证+ 5V 和+ 3.3V 线路上的电压电平。MSP432 的运行频率为 48 MHz，工作电流应小于 100mA。

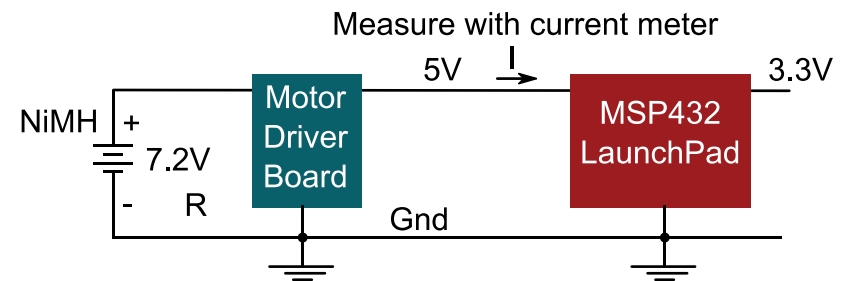


图 6. 供电系统框图



实验：电池和电压调节

由于 LaunchPad 的+ 5V 输入用于产生+ 3.3V 线路，因此在+ 5V 信号上测量的电流包括在+ 5V 和+ 3.3V 时消耗的电流。

在 AC 模式下使用示波器测量+ 5V 和+ 3.3V 线路上的噪声。

5.5 疑难解答

电池没有电压：

- 仔细检查连接。
- 查看充电器的说明。
- 给电池充电。

3.6V NiMH (镍氢电池) 电池高于 3.6V：

- 完全充电的 NiMH (镍氢电池) 可能高达 4.2V。

LaunchPad 消耗的电流超过 100 mA：

- 仔细检查连接。
- 高于 100 mA 可能意味着 LaunchPad 已损坏。

调节器不工作：

- 仔细检查连接
- 检查电机板的数据手册

5.6 请思考

在本节中，我们列出了完成这个实验后要考虑的问题。这些问题是为了测试您对这个实验概念的理解。这个模块的目的是让你体验电压、电流和功率，就像在电阻器、电容器和 LED 中所看到的那样。

- 调节器的功能是什么？
- 您的电路板是使用线性稳压器还是开关稳压器？即，在您的电路中电感的用途是什么？
- 调节器效率为 90% 意味着什么？

- 为什么调节器有这么大的噪音？

5.7 其它挑战

在本节中，我们列出了您可以执行的其他活动，以进一步探索此模块的概念。例如：

- 如果您没有匠牛电机板，您也可以构建这个机器人，并通过构建自己的线性稳压器电路来完成此实验。特别是，您可以使用 LM7805 和两个 10 μ F 电容构建讲座中描述的线性规则电路。由于 LM7805 的压差为 2V，因此需要大于 7V 的电池电压。这种方法的缺点是自身的效率。当您执行噪声分析时，您会发现它的噪声很低，因为 LM7805 是一个线性稳压器。然而，LM7805 在电流为 100 mA 时，7.2 至 5V 的压降将消耗 0.22 W，导致 LM7805 变热。要运行测试程序，需要先将 **Program4_1** 重命名为 **main**，并将实际 **main** 重命名为 **main2**。运行 **Program4_1** 并将结果与预期值进行比较。如果您的结果相差 ± 1 （这可能是由于四舍五入），这是可以的。
- 线性稳压器价格低廉，噪音低，但效率不高。
- 如果您没有匠牛电机板，第二种选择是建立自己的开关稳压器电路。特别是，您可以使用 LM2596-5.0，二极管，电感器和两个电容来构建讲座中描述的开关的常规电路。由于 LM2596-5.0 的压差为 2V，因此需要大于 7V 的电池电压。由于自身的效率高，所以它不会变热。此外，该调节器非常适合学生使用，可处理过载电流甚至短路接地。开关稳压器是高效的，但它们是适用于在电力线上构建和产生噪声的硬件。
- 为机器人供电的另一种方法是使用便携式手机充电器。便携式手机充电器包括锂离子电池，充电器和+ 5V 稳压器。这个系统具有各种尺寸和能量的存储容量。它们有两个 USB 连接器，一个用于充电，另一个用于+ 5V 电源（用于为手机充电）。要使用此电源，只需使用 micro-USB 线将 USB 充电器插入 LaunchPad 即可，这种方法的缺点是电机需要使用+ 5V 电源供电。重新调用功率为 V^2 / R 。如果电机电阻是固定的，+ 5V 电机电压仅为+ 7.2V 电压的 50%（注意 $5 * 5$ 为 25，但 $7.2 * 7.2 = 51.84$ 。）



实验：电池和电压调节

5.8 接下来是哪些模块？

在接下来的几个实验中，我们开始将输入传感器和输出执行器连接到微控制器。在模块 12 中，当我们使用电机驱动电路允许软件控制两个电机时，我们将完成电机驱动器和配电板的功能。

模块 6) 了解如何在微控制器的引脚上输入和输出。

模块 7) 研究有限状态机作为控制机器人的方法。

模块 8) 将实际开关和 LED 与微控制器接口相连。

这将允许更多的输入和输出，从而增加系统的复杂性。

模块 12) 我们将电机连接到机器人。

5.9 您应该已经学会

在本节中，我们将回顾您应该在本单元中学到的重要概念：

- 了解电池的电压，电流和能量。
- 能够测量直流电压，交流电压和电流。
- 了解电压调节器的基本操作和目的。
- 知道如何使用电压表和示波器。

IMPORTANT NOTICE FOR TI DESIGN INFORMATION AND RESOURCES

Texas Instruments Incorporated ("TI") technical, application or other design advice, services or information, including, but not limited to, reference designs and materials relating to evaluation modules, (collectively, "TI Resources") are intended to assist designers who are developing applications that incorporate TI products; by downloading, accessing or using any particular TI Resource in any way, you (individually or, if you are acting on behalf of a company, your company) agree to use it solely for this purpose and subject to the terms of this Notice.

TI's provision of TI Resources does not expand or otherwise alter TI's applicable published warranties or warranty disclaimers for TI products, and no additional obligations or liabilities arise from TI providing such TI Resources. TI reserves the right to make corrections, enhancements, improvements and other changes to its TI Resources.

You understand and agree that you remain responsible for using your independent analysis, evaluation and judgment in designing your applications and that you have full and exclusive responsibility to assure the safety of your applications and compliance of your applications (and of all TI products used in or for your applications) with all applicable regulations, laws and other applicable requirements. You represent that, with respect to your applications, you have all the necessary expertise to create and implement safeguards that (1) anticipate dangerous consequences of failures, (2) monitor failures and their consequences, and (3) lessen the likelihood of failures that might cause harm and take appropriate actions. You agree that prior to using or distributing any applications that include TI products, you will thoroughly test such applications and the functionality of such TI products as used in such applications. TI has not conducted any testing other than that specifically described in the published documentation for a particular TI Resource.

You are authorized to use, copy and modify any individual TI Resource only in connection with the development of applications that include the TI product(s) identified in such TI Resource. NO OTHER LICENSE, EXPRESS OR IMPLIED, BY ESTOPPEL OR OTHERWISE TO ANY OTHER TI INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT, AND NO LICENSE TO ANY TECHNOLOGY OR INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT OF TI OR ANY THIRD PARTY IS GRANTED HEREIN, including but not limited to any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI products or services are used. Information regarding or referencing third-party products or services does not constitute a license to use such products or services, or a warranty or endorsement thereof. Use of TI Resources may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.

TI RESOURCES ARE PROVIDED "AS IS" AND WITH ALL FAULTS. TI DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES OR REPRESENTATIONS, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING TI RESOURCES OR USE THEREOF, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ACCURACY OR COMPLETENESS, TITLE, ANY EPIDEMIC FAILURE WARRANTY AND ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, AND NON-INFRINGEMENT OF ANY THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

TI SHALL NOT BE LIABLE FOR AND SHALL NOT DEFEND OR INDEMNIFY YOU AGAINST ANY CLAIM, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY INFRINGEMENT CLAIM THAT RELATES TO OR IS BASED ON ANY COMBINATION OF PRODUCTS EVEN IF DESCRIBED IN TI RESOURCES OR OTHERWISE. IN NO EVENT SHALL TI BE LIABLE FOR ANY ACTUAL, DIRECT, SPECIAL, COLLATERAL, INDIRECT, PUNITIVE, INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL OR EXEMPLARY DAMAGES IN CONNECTION WITH OR ARISING OUT OF TI RESOURCES OR USE THEREOF, AND REGARDLESS OF WHETHER TI HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

You agree to fully indemnify TI and its representatives against any damages, costs, losses, and/or liabilities arising out of your non-compliance with the terms and provisions of this Notice.

This Notice applies to TI Resources. Additional terms apply to the use and purchase of certain types of materials, TI products and services. These include; without limitation, TI's standard terms for semiconductor products (<http://www.ti.com/sc/docs/stdterms.htm>), [evaluation modules](#), and [samples](http://www.ti.com/sc/docs/sampterm.htm) (<http://www.ti.com/sc/docs/sampterm.htm>).

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2018, Texas Instruments Incorporated