AN12204

i.MX RT1020的功耗及测量

Rev. 1 — 11 February 2020 Application Note

原文链接：https://www.nxp.com/docs/en/application-note/AN12204.pdf

目录

1 概述

本文描述了i.MX RT1020的功耗。

- i.MX RT1020 概述
- 运行模式定义和配置
- 低功耗模式定义和配置
- 如何基于MIMXRT1020 EVK板测量功耗
- 不同**工作**模式下的功耗**数据**

本应用笔记中的开发环境是IAR Embedded Workbench。软件版本为SDK 2.6.1。 硬件环境是MIMXRT1020评估板（Rev A2）。

2 芯片概述

2.1 i.MX RT1020概述

i.MX RT1020是基于Cortex-M7的芯片，运行速度高达500 MHz，以提供较高的CPU性能与最佳的实时响应。

- 256 KB的on-chip RAM，可以灵活配置为TCM或通用on-chip RAM。
- 具有DCDC和LDO的先进电源管理模块可降低外部电源的复杂性并简化电源排序。
- 丰富的存储器接口，包括SDRAM，Raw NAND FLASH，NOR FLASH，SD / eMMC和FlexSPI。
- 用于连接外设的各种接口，例如WLAN，Bluetooth™，GPS。
- 音频功能包括SPDIF和I2S音频接口。
- 提供丰富的外设模块，例如SPI，I2C，Can，Ethernet，Flex-Timers和ADC。
- 针对工业HMI、电机控制和家用电器领域。

3 低**功耗**概述

3.1 电源供应

表1 介绍了 i.MX RT1020的电源导轨。

表1.外部电源导轨

电源导轨	描述	最小值 (V)	标准值 (V)	最大值 (V)
DCDC_IN	DCDC的输入电源	3	3.3	3.6
SOC_IN	SOC的输入电源	0.925	-	1.3
VDD_HIGH_IN	Analog的输入电源	3	3.3	3.6
VDD_SNVS_IN	SNVS和RTC的输入电源	2.4	3.0	3.6
USB_OTG_VBUS	USB VBUS的输入电源	4.4	5.0	5.5
VDDA_ADC_3P3	12-bit ADC的输入电源	3	3.3	3.6
NVCC_SD0	GPIO in SDIO1 bank (3.3 V mode)的输入电源	3	3.3	3.6
	GPIO in SDIO1 bank (1.8 V mode)的输入电源	1.65	1.8	1.95
NVCC_GPIO	GPIO bank中GPIO的输入输出电源	3	3.3	3.6

3.2 运行模式（Run Mode）

3.2.1 运行模式定义

表2. 运行模式定义

运行模式	定义
超速运行（Overdrive Run）	• CPU运行在500 MHz，过载电压达到1.275 V • 总线频率为125 MHz • 所有外设均已启用并以目标频率运行 • 所有PLL已启动
全速运行（Full Speed Run）	• CPU运行在396 MHz，满载，电压低至1.15 V • 总线频率为132 MHz • 所有外设均已启用并以目标频率运行 • 所有PLL已启动
低速运行（Low Speed Run）	• CPU运行在132 MHz,电压低至1.15 V • 内部总线频率33 MHz • 除SYSPLL、SYSPLLPFD2和SYSPLLPFD3外，所有PLL和PFD都被禁用 • 20%外设处于活动状态，其他外设处于低功耗模式
低功耗运行（Low-Power Run）	• CPU运行在24 MHz，电压低至0.95 V

表2. 运行模式定义（续）

运行模式	定义
	• 内部总线频率为12 MHz • 所有PLL关闭，OSC24M关闭，RCOSC24启用 • 高速外设断电

通常，运行模式可以分为四种模式，如上表所示。 低速运行模式使用全速运行模式的总线时钟作为核心时钟。 低功耗运行模式使用24 MHz内部OSC作为核心时钟源。

3.2.2 模式配置

表3. 运行模式配置

	超速运行（Overdrive Run）	全速运行（Full Speed Run）	低速运行（Low Speed Run）	低功耗运行（Low-Power Run）
CPU Core	500 MHz	396 MHz	132 MHz	24 MHz
L1 Cache	ON	ON	ON	ON
IPG CLK	125 MHz	132 MHz	33 MHz	12 MHz
PEG CLK	62.5 MHz	66 MHz	33 MHz	12 MHz
FlexRAM	ON	ON	ON	ON
SOC 电压	1.275 V	1.15 V	1.15 V	0.95 V
Analog LDO	ON	ON	ON	处于Weak Mode
24 MHz XTAL OSC	ON	ON	ON	OFF
24 MHz RC OSC	OFF	OFF	OFF	ON
SYS PLL	ON	ON	ON	断电
SYS PFD0	ON	ON	断电	断电
SYS PFD1	ON	ON	断电	断电
SYS PFD2	ON	ON	ON	断电
SYS PFD3	ON	ON	ON	断电
USB1 PLL	ON	ON	断电	断电
USB1 PFD0	ON	ON	断电	断电
USB1 PFD1	ON	ON	断电	断电
USB1 PFD2	ON	ON	断电	断电

表格下页继续...

表3.运行模式配置（续）

	超速运行（Overdrive Run）	全速运行（Full Speed Run）	低速运行（Low Speed Run）	低功耗运行（Low-Power Run）
USB1 PFD3	ON	ON	断电	断电
Audio PLL	ON	ON	断电	断电
ENET PLL	ON	ON	断电	断电
Module Clock	ON	ON	按需启动	外围时钟关闭
RTC32K	ON	ON	ON	ON

3.3 低功耗模式

3.3.1 低功耗模式定义

表4. 低功耗模式定义

低功耗模式	定义
系统空闲（System Idle）	• 没有线程运行时，CPU可以自动进入此模式 • 所有外围设备均可保持活动状态 • CPU仅进入WFI模式，它将保持其状态，因此中断响应可能非常短CPU
低功耗空闲（Low Power Idle）	• 与系统空闲模式相比功耗更低，退出时间更长 • 所有PLL关闭，模拟模块运行在低功耗模式 • 所有高速外设都是电源门控，低速外设可以保持低频运行
挂起模式（Suspend）	• 最省电的模式，退出时间最长 • 所有PLL关闭，XTAL关闭，除32K时钟外所有时钟关闭 • 所有高速外设均是电源门控，低速外设均为时钟门控
SNVS	• 除SNVS域外，所有SOC数字逻辑、模拟模块均关闭 • 32KHz RTC为活动状态 • VDD_HIGH_IN和VDD_DCDC_IN可以关闭

3.3.2 低功耗模式配置

表5.低功耗模式配置

	系统空闲 (System Idle)	低功耗空闲 (Low Power Idle)	挂起模式 (Suspend)	SNVS
CCM LPM Mode	WAIT	WAIT	STOP	-
CPU Core	WFI	WFI	断电	OFF
L1 Cache	ON	ON	断电	OFF
FlexRAM	ON	ON	ON	OFF
SOC 电压	1.15V	0.95V	0.925V	OFF
SYS PLL	ON	断电	断电	OFF
SYS PFD0	断电	断电	断电	OFF
SYS PFD1	断电	断电	断电	OFF
SYS PFD2	ON	断电	断电	OFF
SYS PFD3	ON	断电	断电	OFF
USB1 PLL	断电	断电	断电	OFF
USB1 PFD0	断电	断电	断电	OFF
USB1 PFD1	断电	断电	断电	OFF
USB1 PFD2	断电	断电	断电	OFF
USB1 PFD3	断电	断电	断电	OFF
Audio PLL	断电	断电	断电	OFF
ENET PLL	断电	断电	断电	OFF
24MHz XTAL OSC	ON	OFF	OFF	OFF
24MHz RC OSC	OFF	ON	OFF	OFF
LDO2P5	ON	OFF	OFF	OFF
LDO1P1	ON	OFF	OFF	OFF
WEAK2P5	OFF	ON	OFF	OFF
WEAK1P1	OFF	ON	OFF	OFF
Bandgap	ON	OFF	OFF	OFF
Low Power Bandgap	ON	ON	ON	OFF

表格下页继续...

表5. 低功耗模式配置(续)

	系统空闲（System Idle）	低功耗空闲（Low Power Idle）	挂起模式（Suspend）	SNVS
AHB clock	33MHz	12MHz	OFF	OFF
IPG clock	33MHz	12MHz	OFF	OFF
PER clock	33MHz	12MHz	OFF	OFF
Module Clocks	按需启动	按需启动	OFF	OFF
RTC32K	ON	ON	ON	ON

3.3.3 唤醒源

表6. 唤醒源

	系统空闲（System Idle）	低功耗空闲（Low Power Idle）	挂起模式（Suspend）	SNVS
GPIO wake-up	YES	YES	YES	YES（仅一个引脚）
RTC wake-up	YES	YES	YES	YES
USB remote wake-up	YES	YES	YES	NO
Other peripheral wake-up sources	YES	YES	YES	NO

注意

无论系统处于系统空闲（System）、低功耗空闲（Low Powe Idle）还是挂起模式（Suspend），都应在GPC模块中启用唤醒中断。 可以在SNVS中唤醒系统的唯一引脚是IOMUXC_SNVS_WAKEUP_GPIO5_IO00。 外设唤醒要求外设时钟在该模式下可用。

4 如何测量MIMXRT1020 EVK的功耗

4.1 EVK的电流测量

POR_B引脚有一个内部上拉，应将R22和R179拆除。 保留这些电阻会产生高于本文中所示电流的SNVS电流。

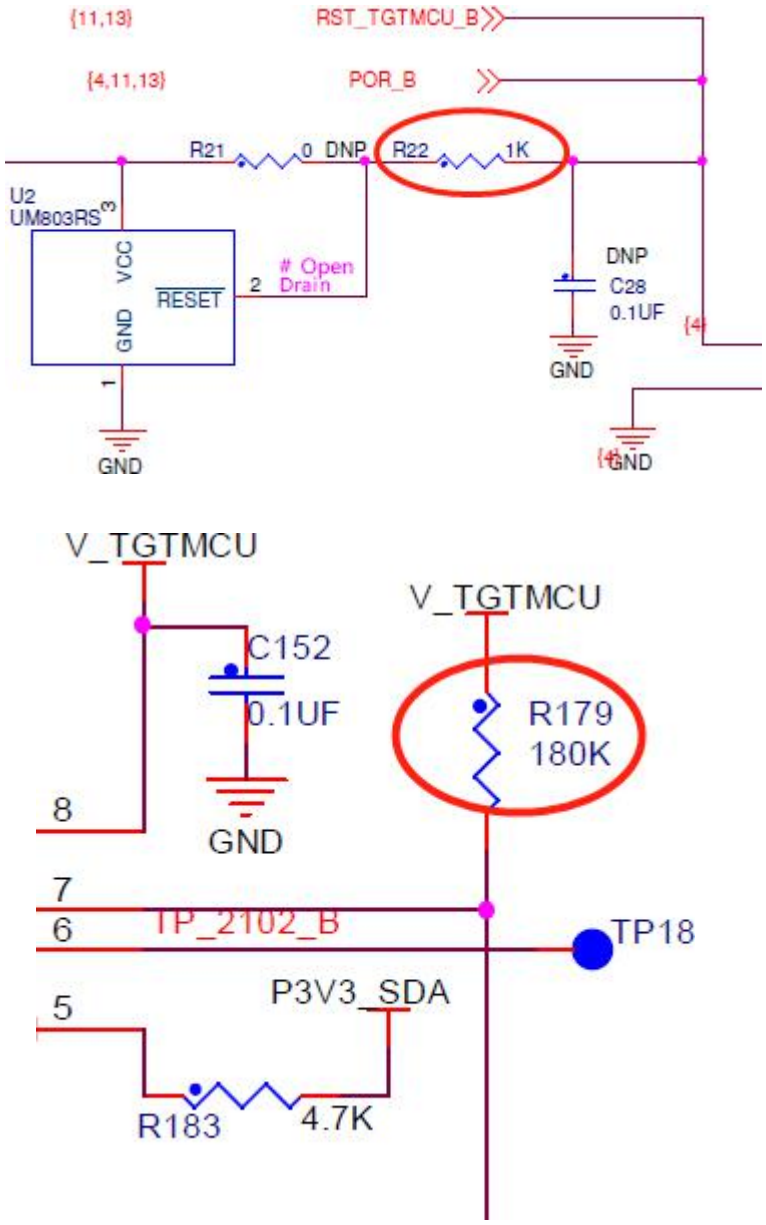

图1.移除电阻R22 和 R179

接下来我们测量 DCDC_IN(J37)，VDD_HIGH_IN (J5)，VDD_SNVS_IN (J6)的电流值。

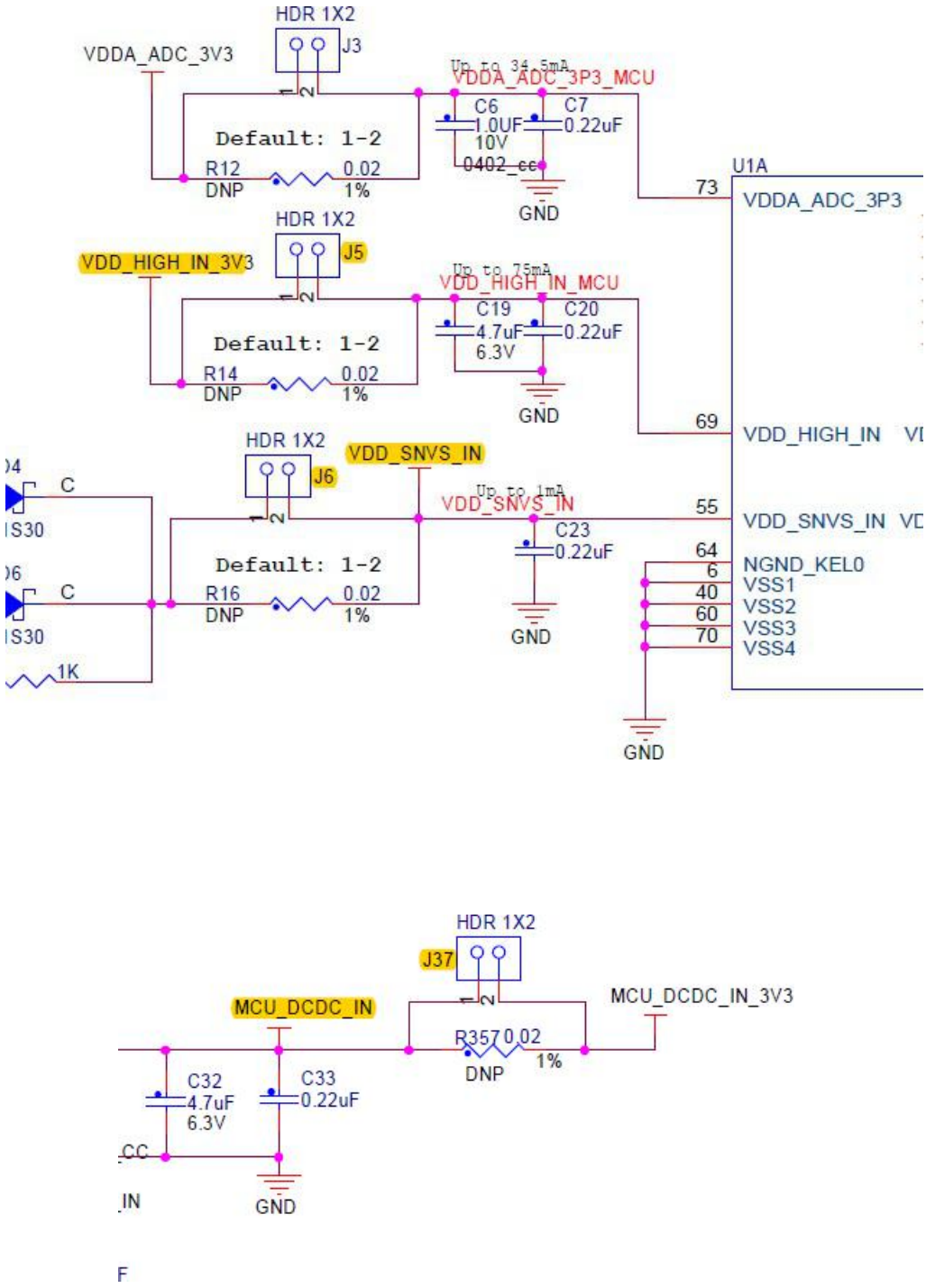

图2. DCDC_IN, VDD_HIGH_IN, VDD_SNVS_IN的测试点

5 功耗结果

测试代码基于SDK 2.6.1。

项目文件位于：boards\evkmimxrt1020\demo_apps\power_mode_switch_bm\iar\power_mode_switch_bm.eww

CoreMark测试项目基于power_mode_switch_bm。

5.1 运行模式

注意

所有功耗值均为25 C时的典型芯片

表 7 和 表 8 中的功耗是使用默认的SDK低功耗模式切换测量的。

表7. RAM上的运行模式

电源导轨	超速运行 Overdrive (500 MHz)			全速运行 Full Speed Run(396 MHz)			低速运行 Low Speed Run (132 MHz)			低功率运行 Low Power Run(24 MHz)		
	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)
DCDC_IN	3.30	27.855	91.92	3.30	21.26	70.158	3.30	9.63	31.779	3.30	1.745	5.7585
VDD_HIGH_IN	3.30	13.915	45.9195	3.30	13.92	45.936	3.30	5.615	18.5295	3.30	0.34	1.122
VDD_SNVS_IN	3.30	0.0115	0.0379	3.30	0.012	0.0396	3.30	0.007	0.0231	3.30	0.0095	0.03135

表 8. 在Flash上运行XIP模式

电源导轨	超速运行 Overdrive (500 MHz)			全速运行 Full Speed Run(396 MHz)			低速运行 Low Speed Run (132 MHz)			低功率运行 Low Power Run(24 MHz)		
	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)
DCDC_IN	3.30	28.01	92.433	3.30	21.375	70.5375	3.30	9.83	32.439	3.30	1.79	5.907
VDD_HIGH_IN	3.30	13.92	45.936	3.30	13.92	45.936	3.30	5.615	18.5295	3.30	0.34	1.122
VDD_SNVS_IN	3.30	0.0115	0.038	3.30	0.0115	0.038	3.30	0.007	0.0231	3.30	0.009	0.0297

表 9 和 表 10 中的功耗是使用基于低功耗模式切换及CoreMark进行测量的。

表 9. RAM上运行 CoreMark

电源导轨	超速运行 Overdrive (500 MHz)			全速运行 Full Speed Run(396 MHz)			低速运行 Low Speed Run (132 MHz)			低功率运行 Low Power Run(24 MHz)		
	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)
DCDC_IN	3.30	57.096	188.4216	3.30	39.2565	129.5465	3.30	14.6515	48.341	3.30	2.612	8.6196
VDD_HIGH_IN	3.30	13.974	46.1126	3.30	13.9745	46.1159	3.30	5.669	18.7077	3.30	0.399	1.3167
VDD_SNVS_IN	3.30	0.013	0.0429	3.30	0.0115	0.038	3.30	0.0065	0.0215	3.30	0.0095	0.0314

表 10. Flash上运行CoreMark XIP

电源导轨	超速运行 Overdrive (500 MHz)			全速运行 Full Speed Run(396 MHz)			低速运行 Low Speed Run (132 MHz)			低功率运行 Low Power Run(24 MHz)		
	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)
DCDC_IN	3.30	54.3915	179.492	3.30	37.1875	122.7188	3.30	14.583	48.1239	3.30	2.5505	8.4167
VDD_HIGH_IN	3.30	13.9735	46.1126	3.30	13.9745	45.936	3.30	5.6705	18.7127	3.30	0.398	1.3134
VDD_SNVS_IN	3.30	0.0105	0.0347	3.30	0.0125	0.038	3.30	0.006	0.0198	3.30	0.0095	0.0314

5.2 低功耗模式

表 11和 表 12 中的功耗是通过功耗模式切换测得的。

注意

由于不连续导通模式（DCM）可以提高DCDC的效率，如果电流负载较低，则始终建议使用。

表 11. RAM上的低功耗模式

电源导轨	系统空闲(System Idle)			低功耗空闲 (Low Power Idle)			挂起模式[1](Suspend)			SNVS[2]		
	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率(mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)
DCDC_IN	3.30	4.5	14.85	3.30	1.045	3.4485	3.30	0.168	0.5544	0.00	0.00	0.00
VDD_HIGH_IN	3.30	5.62	18.546	3.30	0.34	1.122	3.30	0.1205	0.3977	0.00	0.00	0.00

表格下页继续...

表 11. RAM 上运行低功耗模式(续)

电源导轨	系统空闲(System Idle)			低功耗空闲 (Low Power Idle)			挂起模式[1](Suspend)			SNVS[2]		
	电压(V)	电流(mA)	功率(mW)	电压(V)	电流(mA)	功率(mW)	电压(V)	电流(mA)	功率(mW)	电压(V)	电流(mA)	功率(mW)
VDD_SNVS_IN	3.30	0.007	0.0231	3.30	0.0103	0.0340	3.30	0.0057	0.0188	3.30	0.0163	0.0536

表 12. Flash上运行低功耗模式 XIP

电源导轨	系统空闲(System Idle)			低功耗空闲 (Low Power Idle)			挂起模式[1](Suspend)			SNVS[2]		
	电压(V)	电流(mA)	功率(mW)	电压(V)	电流(mA)	功率(mW)	电压(V)	电流(mA)	功率(mW)	电压(V)	电流(mA)	功率(mW)
DCDC_IN	3.30	5.225	17.2425	3.30	1.155	3.8115	3.30	0.165	0.5445	0.00	0.00	0.00
VDD_HIGH_IN	3.30	5.61	18.513	3.30	0.335	1.1055	3.30	0.12	0.396	0.00	0.00	0.00
VDD_SNVS_IN	3.30	0.0069	0.0228	3.30	0.0103	0.0338	3.30	0.0054	0.0178	3.30	0.0161	0.0531

注意

1. 挂起模式：将RAM数据挂在FlexRAM（bank0）中。
2. SNVS：SNVS模式，RTC工作。

注意

如果电流负载较低，则不连续传导模式（DCM）会提高DCDC的效率，因此始终建议使用。
为了降低功耗，在SNVS模式以外的所有功耗模式下，VDD_SNVS_IN由VDD_HIGH_IN供电。

注意

所有功耗值均为25 C时的典型芯片

6 结论

本文主要介绍了如何测量基于MIMXRT1020 EVK（Rev A2）的i.MX RT上的功耗。 有关设计低功耗应用程序的更多设计细节，您可以参考应用笔记How to use iMXRT Low Power Feature。

7 参考

- i.MX RT 1020参考手册
- Arm Cortex M7参考手册

8 修订历史

表13.修订历史

修订号	日期	实质性变化
0	05/2018	首次发行
1	02/2020	更新了基于Flash和RAM的功率结果。

How To Reach Us

Home Page:

nxp.com

Web Support:

nxp.com/support

For more information, please visit: http://www.nxp.com

For sales office addresses, please send an email to: salesaddresses@nxp.com

Date of release: 11 February 2020 Document identifier: AN12204