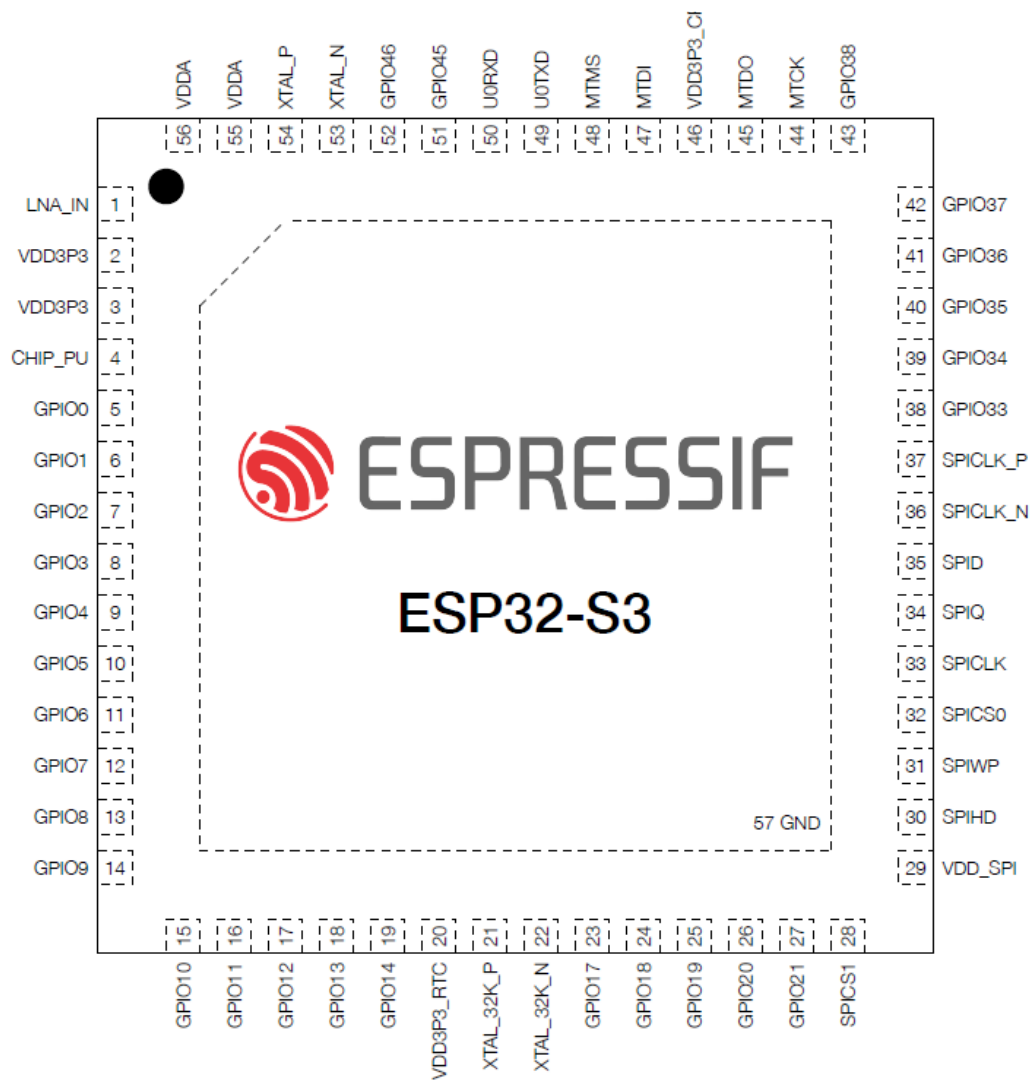


המיקרו בקר ESP32-S3

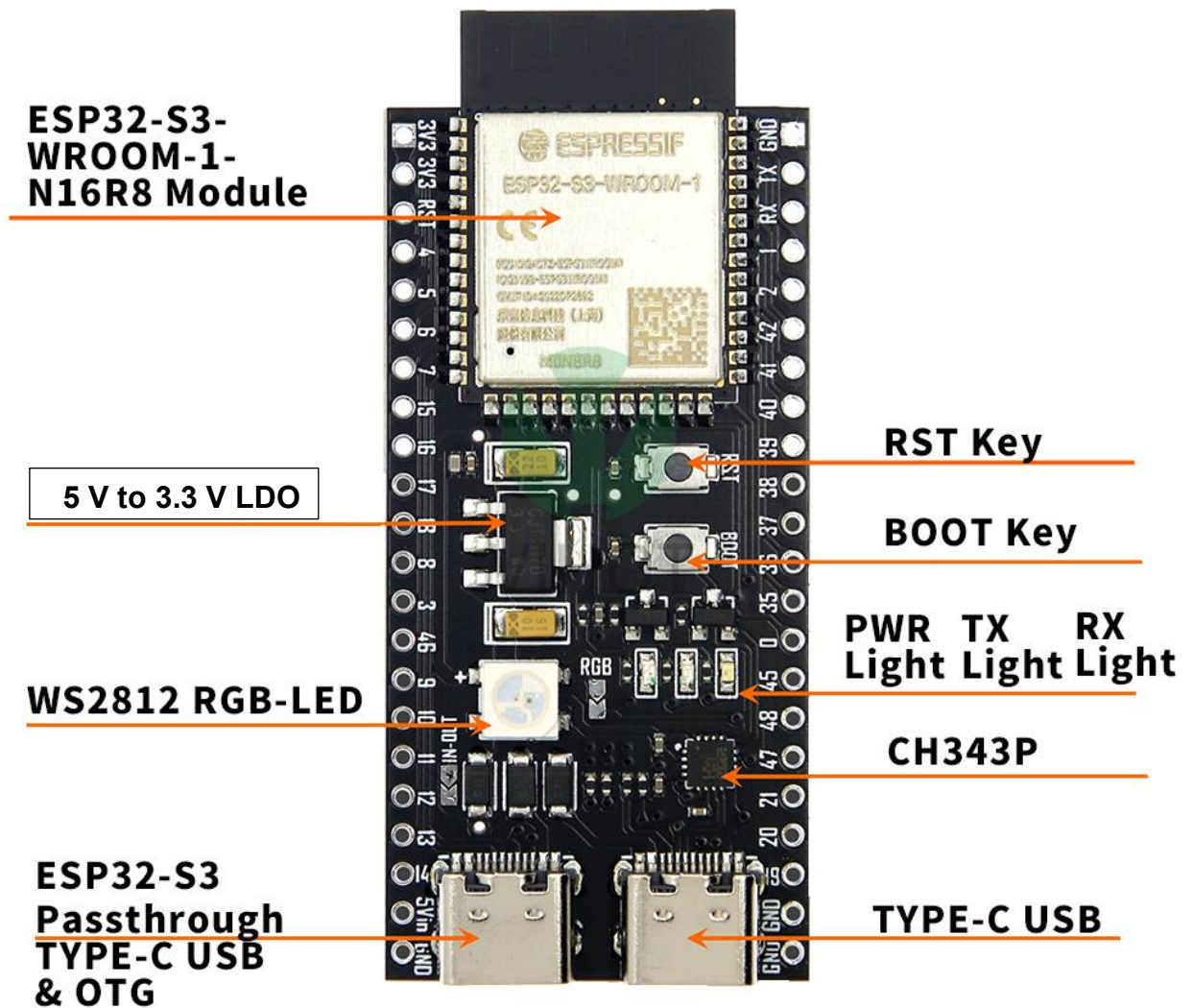
פרק 1: כללי

ESP32-S3 היא מערכת מבוססת מיקרו-בקרים בהספק נמוך על שבב (SoC – System On Chip) עם Fi-Wi משולב של 2.4 GHz ובלוטות באנרגיה נמוכה (BLE - Bluetooth Low Energy). הוא מורכב ממעבד ליבה כפולה עם ביצועים גבוהים (Xtensa® 32 bit LX7), עם מעבד עזר בתצורת הספק נמוכה מאוד ועם USB מקורי. זהו שבב קטן אבל עוצמתי מבית Espressif. הדבר מאפשר שימוש נהדר בפרויקטים של IoT. השבב עצמו (כאשר הוא לא משולב בכרטיס) נראה באיור הבא:



איור 1 : פריסת הדקי השבב

את השבב מכניסים לכרטיס ומחברים את הדקי השבב לפינים של הכרטיס. ישנם סוגים שונים של כרטיסים והאיור הבא מראה כרטיס שבו השבב WROOM-1-N16R8 (כרטיס שניתן לקנייה באינטרנט ודומה מאוד לכרטיס המקורי של ESPRESSIF אם כי לא זהה לו):



איור 3 : הרכיבים בכרטיס

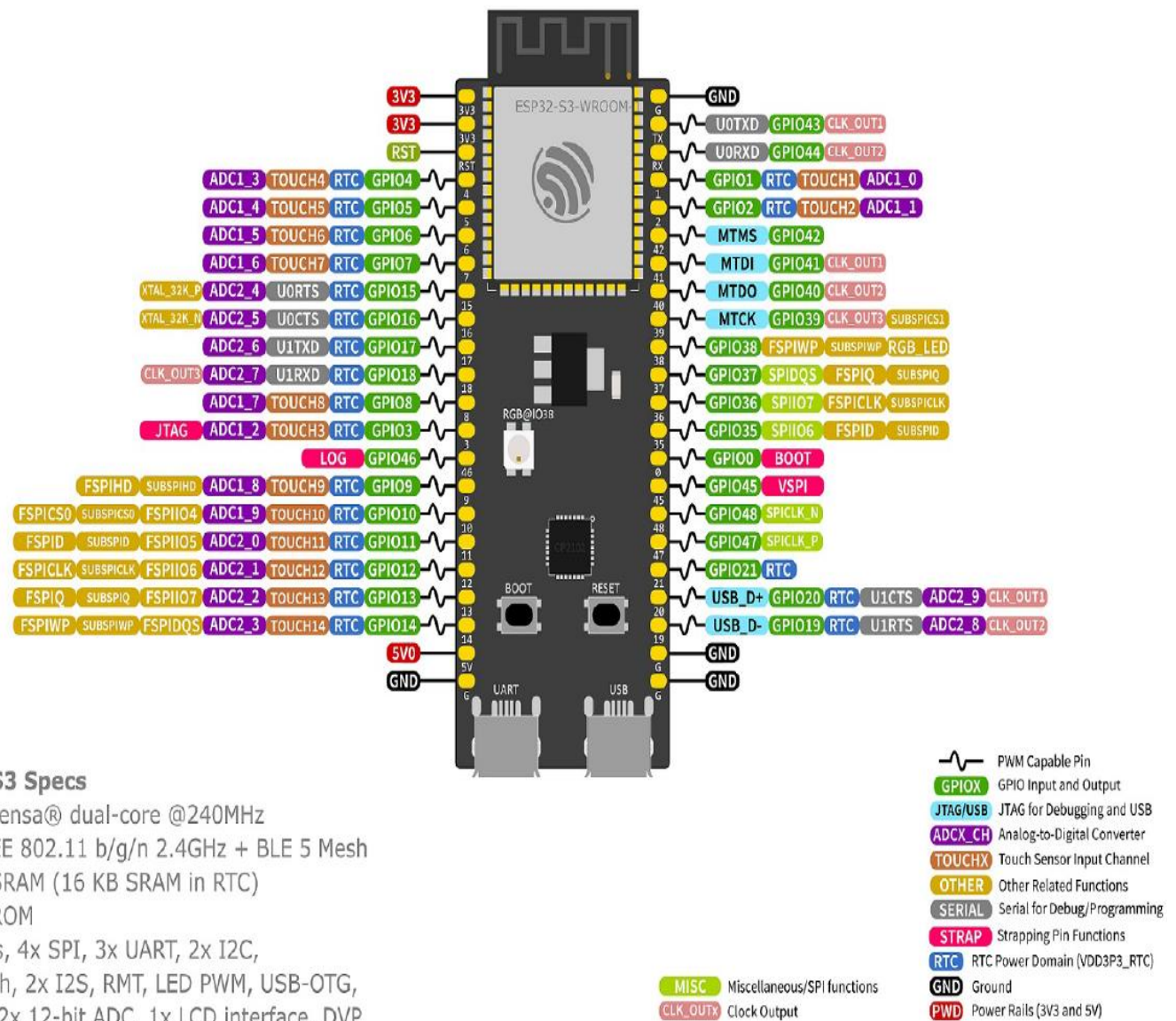
פרק 2. תיאור תפקיד הרכיבים

תפקיד	הרכיב
סוג השבב. מראה את גודל זיכרון ה FLASH וזיכרון PSRAM (יש טבלה בהמשך).	ESP32-S3-WROOM-1-N16R8 Module
מייצב מתח מ 5 וולט ל 3.3 וולט. LDO או מייצב מתח מייצב מתח עם מפל-מתח נמוך - Low DropOut voltage regulator .	5 V to 3.3 V LDO
מפסק RESET . לחיצה על המפסק מפעילה מחדש את ה ESP32-S3 .	RST KEY
לחצן 'הורד' . לחיצה ממושכת על Boot ולאחר מכן הקשה על Reset יוצרת מצב הורדת קושחה - FIRMWARE - דרך היציאה הטורית.	BOOT KEY
תאורת LED RGB של רכיב WS2812 שניתן להקצות לה כתובת, מופעלת על ידי GPIO38. בכרטיס המקורי של ESPRESSIF היא מתחברת ל GPIO48 .	WS2812 RGB-LED

3 לדים . PWR Light מופעלת כאשר מתח ה- USB מחובר ללוח . TX LIGHT דולקת כאשר יש שידור טורי. RX Light דולקת כאשר יש קליטה טורית	PWR Light , TX Light, RX Light
רכיב הממיר מתקשורת USB ל TTL ולהפך.	CH343 P
כניסה ישירה אל הרכיב.	TYPE-C USB
USB On-The-Go או USB OTG הוא הרחבה של USB 2.0 . כניסה זו היא ברירת המחדל.	TYPE-C USB & OTG

טבלה 1 : תפקיד הרכיבים בכרטיס.

האיור הבא מתאר את תפקיד ההדקים של הכרטיס:



איור 4 : תיאור תפקידי ההדקים של הכרטיס

רואים שלרוב ההדקים בכרטיס יש מספר אפשרויות של תפקיד. הסיבה לכך היא שהרכיב משלב יישומים רבים וכדי לשמור על גודל ג'וק קטן מבצעים ריבוב -mux- של הדקים המתבצע בעזרת תכנות של רגיסטרים בג'וק.

פרק ג. מה עוד יש בכרטיס ?

* 512 קילו בתים של SRAM (מתוכם 16 קילו ב RTC)

* 384 קילו בתים של ROM .

* בכרטיס 36 הדקי GPIO - General Porpose Input Output (הדקי קלט פלט לשימוש כללי). באיור הם נראים

בצבע **ירוק כהה**.

* 4 ערוצי SPI .

* 3 UART **בצבע אפור** .

* 2 ערוצי I2C .

* 14 הדקי TOUCH בצבע **חום בהיר** .

* 2 ערוצי I2S .

* 2 מעגל ADC של 12 ביט SAR עם קצב דגימה מקסימלי של 100kSPS (100 אלף דגימות בשנייה). הדקים

נראים בצבע **סגול**. בכרטיס 20 הדקים (10 הדקים ל ADC1 ו 10 ל ADC2)

* . ממשק ל LCD .

הטבלה הבאה מתארת את הרכיבים השונים במשפחת ESP32-S3-WROOM_1Nxxxx .

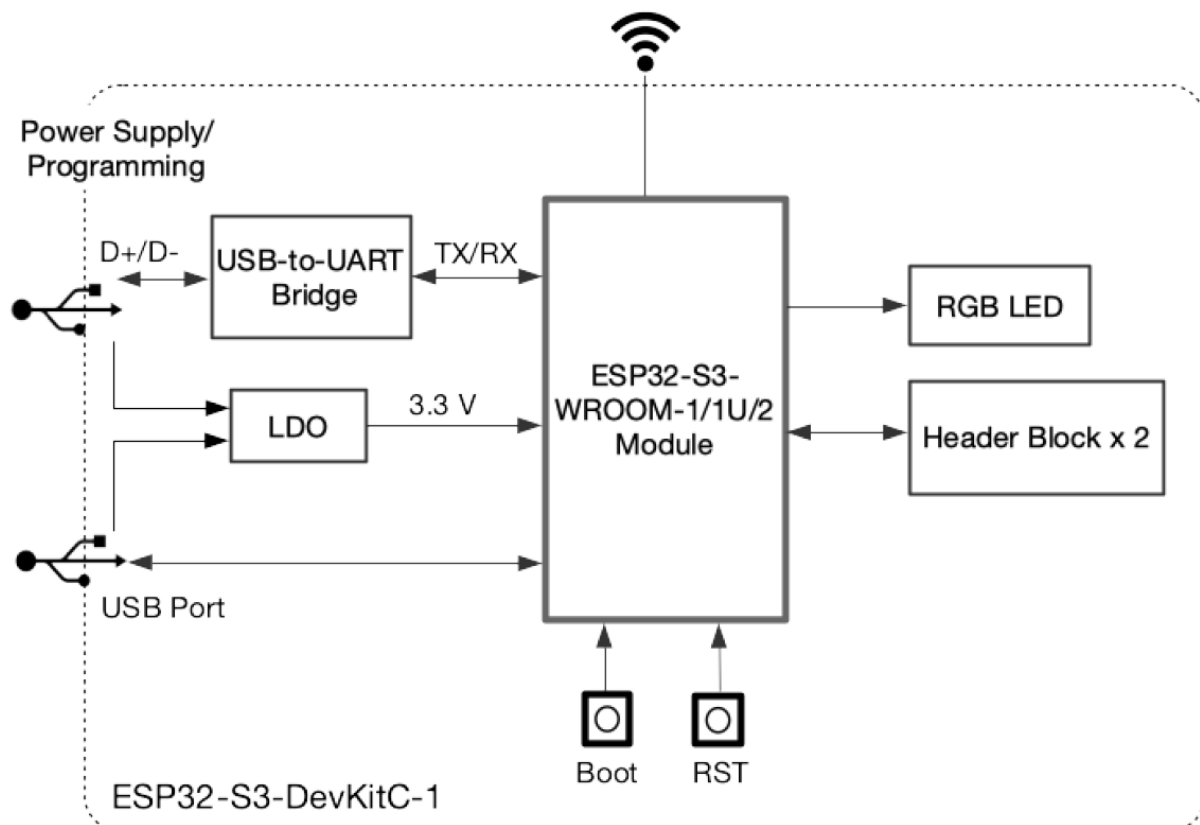
mpn	内置sram	内置rom	外扩psram	外扩flash
ESP32-S3-WROOM-1-N4	512K	384K	0M	4M
ESP32-S3-WROOM-1-N8	512K	384K	0M	8M
ESP32-S3-WROOM-1-N16	512K	384K	0M	16M
ESP32-S3-WROOM-1-N4R8	512K	384K	8M	4M
ESP32-S3-WROOM-1-N4R2	512K	384K	2M	4M
ESP32-S3-WROOM-1-N8R2	512K	384K	2M	8M
ESP32-S3-WROOM-1-N16R2	512K	384K	2M	16M
ESP32-S3-WROOM-1-N8R8	512K	384K	8M	8M
ESP32-S3-WROOM-1-N16R8	512K	384K	8M	16M

טבלה 2 : הרכיבים השונים במשפחת הג'וק ESP32-S3-WROOM_1Nxxxx .

בצבע אדום הרכיב בכרטיס שניתן לקנות באינטרנט ומתואר מקודם. הטבלה מראה את גודל הזכרונות ברכיב. ה SRAM הוא RAM סטטי. ניתן לכתוב/ולקרוא ממנו . בין שאר הדברים שהוא משמש הוא למשתני התוכנית. ב ROM נמצא ה BOOT של ההפעלה.

PSRAM הוא pseudo static RAM (זיכרון RAM סטטי מדומה) . זהו DRAM (RAM דינמי) משולב עם מעגל ריענון עצמי. הוא נראה כלפי חוץ כ-SRAM איטי יותר, אם כי יש לו יתרון של היחס צפיפות/עלות על פני SRAM אמיתי, וללא מורכבות הגישה של DRAM . ב FLASH נמצאת התוכנית שנרשום.

פרק ד. סכימת המלבנים של הכרטיס

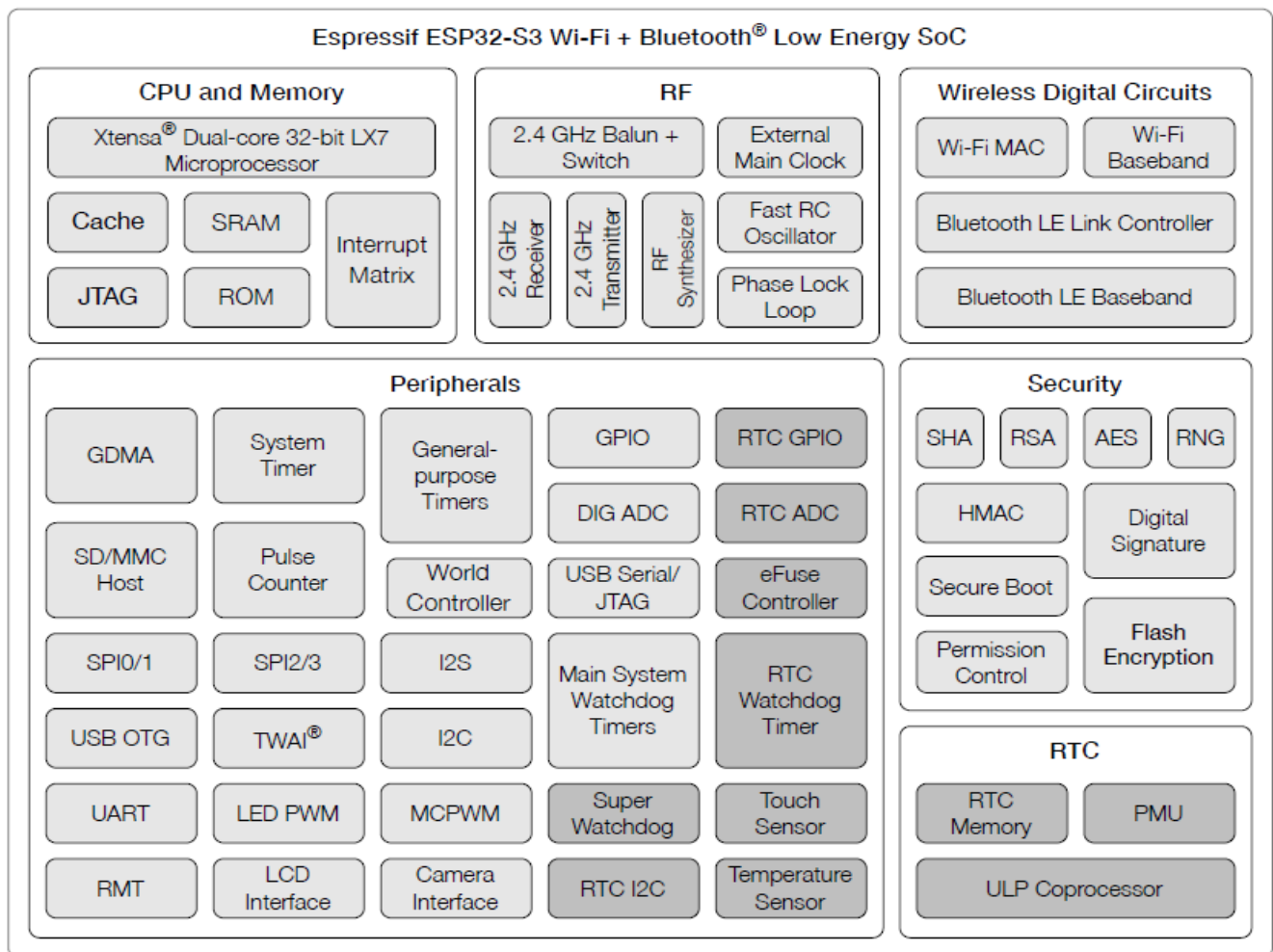


איור 5 : סכימת המלבנים של הכרטיס

במרכז הסכימה רואים את הג'ק עצמו **ESP32-S3-WROOM** (יש גרסה 1 ויש 2) .
 מצד ימין של הג'וק נמצאת **RGB LED** של לד WS2812 שניתן להקצות לה כתובת ומופעלת על ידי GPIO38 .
 בכרטיס המקורי של ESPRESSIF היא מתחברת ל GPIO48 .
 מצד ימין יש **HEADER BLOCKx2** התאר את 2 הקונקטורים של הפינים משני צידי הכרטיס ואליהם מתחברת החומרה שנוסיף.
 מתחת לג'וק רואים את מפסקי ה **RST** (RESET – איפוס) לאתחול המערכת במקרה שרוצים להפעיל את המערכת מהתחלה. מפסק ה **Boot** משמש להעלאת תוכנה מהמחשב לכרטיס.
 בצד שמאל למעלה רואים את חיבור ה USB אל הכרטיס. ב USB יש את קווי ה **+D** ו **-D** והרכיב **USB to UART Bridge** ממיר את מתחי ה USB למתחי TX/RX שידור וקליטה של UART של '0' ו '1' . כניסה זו היא ברירת המחדל.
 ה **LDO** הוא מייצב מתח מ 5 וולט ל 3.3 וולט. LDO הוא מייצב מתח עם מפל-מתח נמוך - **Low DropOut** voltage regulator .
 מצד שמאל למטה **USB Port** היא חיבור ישיר של USB עם כניסה ישירה אל הדקי הג'וק.

פרק ה. סכימת בלוקים של הג'וק

האיור הבא מתאר את המלבנים שבתוך הג'וק ESP32-S3



Power consumption

- Normal
- Low power consumption components capable of working in Deep-sleep mode

איור 6 : סכימה מלבנים של הג'וק ESP32-S3

באיור רואים 6 מלבנים :

1. CPU and Memory - מלבן המעבד והזיכרונות שלו .
2. RF - יחידה שבה יש את מעגלי שידור וקליטת ה RF לתדר של 2.4GHz .
3. Wireless Digital Circuits – מעגלי התקשורת האלחוטית של הבלוטות וה WiFi .
4. Peripherals – מלבן בו נמצאים כל הרכיבים הפריפריאליים כמו ה RTC , I2C , I2S , ADC , UART , SPI , PWM מימשק ל LCD ומצלמה ועוד .
5. SECURITY – בטחון : העלאת התוכנה , קידוד תוכן ה FLASH , מחולל מספרים ראנדומליים ועוד .
6. RTC – זיכרון ה RTC ומעבד העזר שמפעיל את החיסכון בחשמל .

פרק 1 . תכונות ומאפיינים

Wi-Fi

- IEEE 802.11b/g/n-compliant
- Supports 20 MHz, 40 MHz bandwidth in 2.4 GHz band
- 1T1R mode with data rate up to 150 Mbps
- Wi-Fi Multimedia (WMM)
- TX/RX A-MPDU, TX/RX A-MSDU
- Immediate Block ACK
- Fragmentation and defragmentation
- Automatic Beacon monitoring (hardware TSF)
- 4 x virtual Wi-Fi interfaces
- Simultaneous support for Infrastructure BSS in Station, SoftAP, or Station + SoftAP modes
Note that when ESP32-S3 scans in Station mode, the SoftAP channel will change along with the Station channel
- Antenna diversity
- 802.11mc FTM

Bluetooth

- Bluetooth LE: Bluetooth 5, Bluetooth mesh
- High power mode (20 dBm)
- Speed: 125 Kbps, 500 Kbps, 1 Mbps, 2 Mbps
- Advertising extensions
- Multiple advertisement sets
- Channel selection algorithm #2
- Internal co-existence mechanism between Wi-Fi and Bluetooth to share the same antenna

CPU and Memory

- Xtensa® dual-core 32-bit LX7 microprocessor, up to 240 MHz
- CoreMark® score:
 - 1 core at 240 MHz: 613.86 CoreMark; 2.56 CoreMark/MHz

- 2 cores at 240 MHz: 1181.60 CoreMark; 4.92 CoreMark/MHz

- 128-bit data bus and SIMD commands
- 384 KB ROM
- 512 KB SRAM
- 16 KB SRAM in RTC
- SPI, Dual SPI, Quad SPI, Octal SPI, QPI and OPI interfaces that allow connection to multiple flash and external RAM
- Flash controller with cache is supported
- Flash in-Circuit Programming (ICP) is supported

Advanced Peripheral Interfaces

- 45 x programmable GPIOs
- Digital interfaces:
 - 4 x SPI
 - 1 x LCD interface (8-bit ~16-bit parallel RGB, I8080 and MOTO6800), supporting conversion between RGB565, YUV422, YUV420 and YUV411
 - 1 x DVP 8-bit ~16-bit camera interface
 - 3 x UART
 - 2 x I2C
 - 2 x I2S
 - 1 x RMT (TX/RX)
 - 1 x pulse counter
 - LED PWM controller, up to 8 channels
 - 1 x full-speed USB OTG
 - 1 x USB Serial/JTAG controller
 - 2 x MCPWM
 - 1 x SD/MMC host controller with 2 slots
 - General DMA controller (GDMA), with 5 transmit channels and 5 receive channels

איור 7 : תכונות ומאפיינים (המשך בעמוד הבא)

- 1 × TWAI® controller, compatible with ISO 11898-1 (CAN Specification 2.0)
- Analog interfaces:
 - 2 × 12-bit SAR ADCs, up to 20 channels
 - 1 × temperature sensor
 - 14 × touch sensing IOs
- Timers:
 - 4 × 54-bit general-purpose timers
 - 1 × 52-bit system timer
 - 3 × watchdog timers

Low Power Management

- Power Management Unit with five power modes
- Ultra-Low-Power (ULP) coprocessors:

- ULP-RISC-V coprocessor
- ULP-FSM coprocessor

Security

- Secure boot
- Flash encryption
- 4-Kbit OTP, up to 1792 bits for users
- Cryptographic hardware acceleration:
 - AES-128/256 (FIPS PUB 197)
 - Hash (FIPS PUB 180-4)
 - RSA
 - Random Number Generator (RNG)
 - HMAC
 - Digital signature

איור 7 (המשך) תכונות ומאפיינים.

פרק ז. יישומים

- Smart Home
- Industrial Automation
- Health Care
- Consumer Electronics
- Smart Agriculture
- POS machines
- Service robot
- Audio Devices
- Generic Low-power IoT Sensor Hubs
- Generic Low-power IoT Data Loggers
- Cameras for Video Streaming
- USB Devices
- Speech Recognition
- Image Recognition
- Wi-Fi + Bluetooth Networking Card
- Touch and Proximity Sensing

איור 8 : יישומים

בין היישומים : ביית חכם , אוטומציה תעשייתית , בריאות , מוצרי אלקטרוניקה , חקלאות חכמה, מכונות לנקודות מכירה (מכונת משקאות וכו') , חבוט שרות, רכיבי שמע , ריכוז כללי של חיישני IOT , אוספי נתונים , רכיבי USB , זיהוי קול, זיהוי תמונה, כרטיסי WIFI ו BLUETOOTH , TOUCH וחיישני קירבה.

פרק ח. מאפייני DC

הטבלה הבאה מתארת את מאפייני ה DC של הג'וק. הם נבדקו במתח 3.3V וטמפרטורה של 25 °C :

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
C_{IN}	Pin capacitance	—	2	—	pF
V_{IH}	High-level input voltage	$0.75 \times VDD^1$	—	$VDD^1 + 0.3$	V
V_{IL}	Low-level input voltage	-0.3	—	$0.25 \times VDD^1$	V
I_{IH}	High-level input current	—	—	50	nA
I_{IL}	Low-level input current	—	—	50	nA
V_{OH}^2	High-level output voltage	$0.8 \times VDD^1$	—	—	V
V_{OL}^2	Low-level output voltage	—	—	$0.1 \times VDD^1$	V
I_{OH}	High-level source current ($VDD^1 = 3.3$ V, $V_{OH} \geq 2.64$ V, PAD_DRIVER = 3)	—	40	—	mA
I_{OL}	Low-level sink current ($VDD^1 = 3.3$ V, $V_{OL} = 0.495$ V, PAD_DRIVER = 3)	—	28	—	mA
R_{PU}	Internal weak pull-up resistor	—	45	—	k Ω
R_{PD}	Internal weak pull-down resistor	—	45	—	k Ω
V_{IH_nRST}	Chip reset release voltage (CHIP_PU voltage is within the specified range)	$0.75 \times VDD^1$	—	$VDD^1 + 0.3$	V
V_{IL_nRST}	Chip reset voltage (CHIP_PU voltage is within the specified range)	-0.3	—	$0.25 \times VDD^1$	V

¹ VDD is the I/O voltage for a particular power domain of pins.

² V_{OH} and V_{OL} are measured using high-impedance load.

טבלה 3 : מאפייני DC של הרכיב

כדאי לשים לב :

הזרם האופייני שהרכיב יכול להוציא במצב גבוה (מצב SOURCE – מקור זרם) - I_{OH} - הוא 40mA .

הזרם האופייני במצב נמוך שבו נסגר זרם (מצב SINK - הטבעת זרם) דרך הדק של הרכיב - I_{OL} - של 28mA .

פרק ט. ביבליוגרפיה:

1. דפי נתונים של חברת ESPRESSIF

[esp32-s3_datasheet_en.pdf \(espressif.com\)](http://espressif.com/esp32-s3_datasheet_en.pdf)