

השוואה בין Raspberry Pi Pico ו ESP-32

במאמר זה, נשווה בין הכרטיס מיקרו בקר Raspberry Pi Pico לעומת כרטיס המיקרו בקר ESP-32. במאמר נקרא לכרטיס ה Raspberry Pi Pico בקצרה פיקו.

1. Raspberry Pi Pico

הפיקו הוא לוח מיקרו-בקר חדש שיצא בינואר 2021 על ידי **Raspberry Pi** שמומחיותה הייתה בכרטיסי מיקרו מחשב. מחיר הפיקו עלה בתחילה \$4 (היום קצת יותר) והוא מציע מגוון רחב של תכונות. הוא מופעל על ידי שבב חדש לגמרי שנקרא RP2040 בארכיטקטורה של ARM Cortex - M0 שעובד ב 133 מגה הרץ. תכונות עיקריות אחרות של הפיקו הן:

- יש לו 26 הדקי GPIO.
- זיכרון פנימי של תוכנית בנפח של 2MB.
- 264 KB של SRAM.
- מגוון של ערוצי I2C, UART, SPI, ADC, PWM ו PIO.
- הפיקו תומך בקודים שנכתבו ב- ++C/C ובמיקרו-פיתון.

האיור הבא מתאר את כרטיס הפיקו



איור 1 : כרטיס Raspberry Pi Pico

2. כרטיס ESP32

הכרטיס ESP32 של חברת **Espressif** הוא לוח פיתוח ומיקרו-מעבד Dual Core מתוחכם. הוא מבטיח לספק גם קישוריות אלחוטית של Bluetooth וגם של WiFi ומיקרו-מעבד דו-ליתי מתוחכם. המיקרו מעבד הוא **Tensilica Xtensa 32-bit LX6** עם תדר שעון שמגיע עד 240MHz ומבצע עד 600 DMIPS שהם 600 Whetstone MIPS - מיליון הוראות לשנייה. (Dhystone מייצג גודל מהירות בפעולות על שלמים - integer , לעומת Whetstone MIPS המייצג מהירות פעולות עם נקודה צפה - floating-). המיקרו מעבד בכרטיס ESP32 נראה באיור הבא:

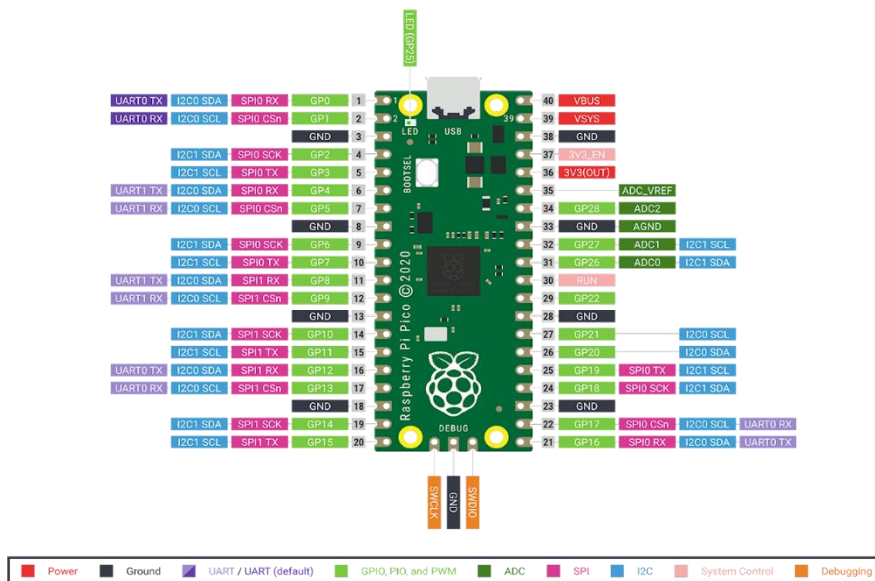
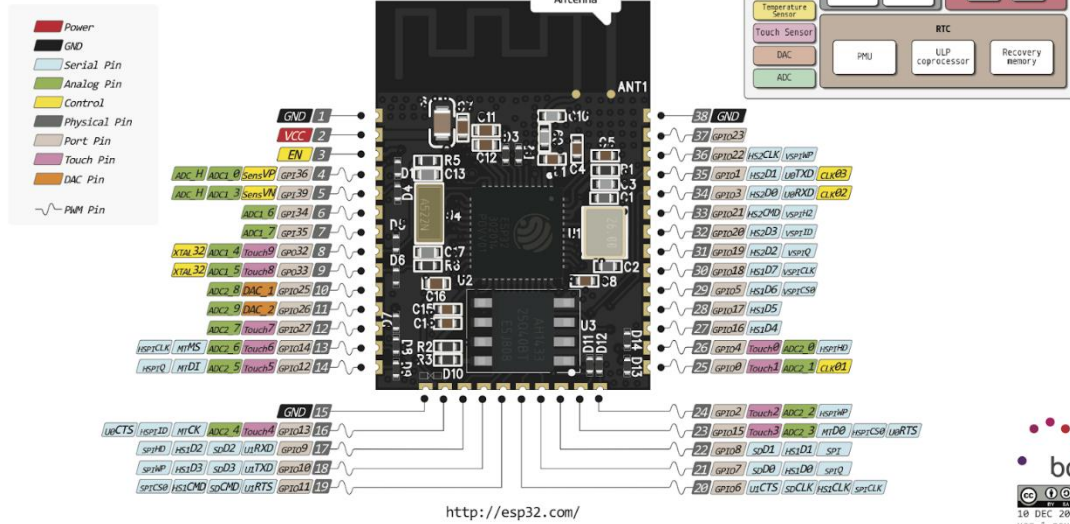


איור 2 : המיקרו מעבד בכרטיס ESP32

3. השוואת התכונות של 2 הכרטיסים

שני לוחות המיקרו-בקרים נראים טוב מאוד בגיליון המפרט. RP2040 שבפיקו הוא מעבד בעל ליבה כפולה -ARM Cortex M0+ ול - ESP32 יש מעבד Tensilica Xtensa LX6 שהוא מעבד בעל ליבה כפולה של 32 סיביות. קיימת אפשרות לקבל גרסה עם ליבה אחת זמין גם. מהירות השעון של המעבד של פיקו היא 133 מגה-הרץ ואילו זו של ESP32 היא 240 מגה-הרץ. לכן מעבד -Arm Cortex M0+ איטי בהרבה יחסית ל- LX6 של 32 סיביות של ESP 32. ב 2 האיורים הבאים מתוארים 2 הכרטיסים ומבנה ההדקים שלהם:

ESP32 PINOUT



איור 3 : למעלה כרטיס ESP32 ותאור ההדקים שלו ומתחתיו כרטיס הפיקו ותאור ההדקים שלו.

• זיכרון ההבזק - Flash Memory

כרטיס Pi Pico הוא 2MBytes בעוד שבכרטיס ESP 32 יש 4Mbytes. זיכרון ההבזק של הלוח הוא המקום שבו התוכנית מאוחסנת. למרות שזיכרון הפלאש של ESP 32 כפול מזה של פיקו, הוא מציע גם קישוריות אלוטיות כך שנפח האחסון של 4 מגה-בתים לא עושה הרבה הבדל כי חלק מהזיכרון שימושי עבור 2 הקישוריות האלו. אם אין לנו שום WiFi או תוכנית מבוססת Bluetooth אז נפח זיכרון של 2 MB הוא יותר ממספיק.

- **זיכרון ה SRAM**

בכרטיס ESP 32 הוא 520 KB ובכרטיס Pi Pico הוא 264 KB. היות ו Pi Pico משתמש בפרויקטים שכותבים בשפת מיקרופייתון אז גודל ה SRAM הוא מספיק טוב.

- **כמות הדקים**

לפיקו יש 30 הדקים ניתנים לתכנות ול-ESP32 יש 38 הדקים. לשני הלוחות יש הבזק חיצוני. עם זאת, שני הלוחות יש מספר מספיק של הדקים לפיתוח IoT ופרויקטים. הפיקו תומך כמעט בכל ממשקי הממיר מאנלוגי לדיגיטלי הסטנדרטיים (ADC) לא כולל I²S ו-2 CAN. ממשקים הם בדרך כלל לא תמיד נחוצים אבל הם כן קיימים ב ESP 32.

- **גישה ישירה לזיכרון - DMA**

שני הלוחות מציעים את התכונה של גישה ישירה לזיכרון (Direct Memory Access – DMA) .

- **תמיכת USB**

Raspberry Pi Pico מציע את תמיכת ה-USB הטיפוסית ואילו ל ESP 32 אין תכונה בסיסית ונוחה זו.

- **ממשק Serial Wire Debug interface – SWD**

גם הפיקו וגם ESP 32 מציעים ממשק SWD שהוא ממשק חוט טורי עבור איתור באגים.

- **קישוריות אלחוטית**

הפיקו לא תומך בקישוריות אלחוטית בין אם זה WiFi או Bluetooth. בעוד שלוחה ESP 32 תומך בקישוריות WiFi ו-Bluetooth.

- **תצרוכת הספק**

יש ניגוד חד בין צריכת החשמל של שני הלוחות. הפיקו צורך זרם רק 18mA לעומת זה לוח ESP 32 שצורך זרם של 53mA עם WiFi כבוי.

- **מתח ספק כוח**

הפיקו יכול לפעול מ-1.8 עד 5.5 וולט בעוד מתח ההפעלה של ESP32 נע בין 2.2 ל-3.6 וולט. משמעות הדבר היא כי ניתן לחבר לפיקו סוללת ליתיום יון - Li-Ion (3.0-4.2V) או 2 סוללות AA(2.0-3.2V) . שתי הסוללות העיקריות האלה לא יתמכו ב ESP 32.

המחיר של שני לוחות המיקרו-בקר הוא שווה ל-4 דולר, דבר שהופך את שני הלוחות האלה לזולים יחסית.

הטבלה הבאה היא את כל הנאמר לעיל ומשווה את כל התכונות העיקריות של שניהם, הפיקו ו- ESP32.

| FEATURE התכונה | RASPBERRY PI PICO | ESPRESSIF ESP 32 |
|--|--------------------------|-------------------------------------|
| Core count כמות ליבות | Dual-core | Single/dual-core |
| Microcontroller מיקרו בקר | RP2040 | Tensilica Xtensa LX6 |
| Clock frequency תדר שעון | 48MHz / 133MHz | 160MHz / 240MHz |
| SRAM RAM סטטי | 264 KB in 6 banks | 520 KB |
| Interna Flash Memory זיכרון הבזק פנימי | 2 MB | 4 MB |
| External Flash Support תמיכה בזיכרון הבזק חיצוני | Up to 16 MB | Not Supported |
| SPI | 2 | 4 |
| I ² C | 2 | 2 |
| PWM | 16 | 16 |
| ADC | 3(12-bits) | 18(12-bits) |
| GPIO(total) | 26 | 36 |
| UART | 2 | 3 |
| RTC memory | Not Specified | 16 MB |
| MCU Voltage מתח למעבד | 3.3 VCD | 3.3 VCD |
| Programming Language שפות תכנות | MicroPython, C, C++ | C, MicroPython with limited support |

| | | |
|--|-----------------------------|---|
| Operating Voltage מתח עבודה (ספק כוח) | 3.3 VDC | 3.3 VDC |
| Temperature Sensor חיישן טמפרטורה | Yes | Yes |
| Touch Sensor חיישן נגיעה | No | Yes |
| WiFi | Not Supported | 802.11 b/g/n |
| Wifi Mesh מערכת Wifi לבית | 2 Nodes | Up to 1000 nodes |
| Bluetooth | Not Supported | V4.2 (Supports Classic Bluetooth and BLE) |
| Ethernet | Not Supported | 10/100 Mbps |
| Onboard LED | 1 programmable LED(GPIO 25) | 1 programmable LED(GPIO 2) |
| SD/MMC slot חריץ ל SD/MMC | Yes | Yes |
| Price מחיר | \$4 | \$4 – \$6 |

טבלה 2: השוואה בין הכרטיסים על פי תכונות.

4. שימושים

הפיקו נועד להיות לוח מיקרו-בקר ידידותי מאוד למתחילים המציע כניסה קלה לענף ומיקרו-בקרים וה IoT - (Internet Of Things) באמצעות MicroPython. ה-RP2040 הוא מיקרו מעבד מתוכנן בקפידה רבה ומתאים כמעט לכל הפרויקטים של ה-IoT. הוא נותן מספיק כוח כדי לבצע את העבודה ביעילות. המעבד בעל הליבה הכפולה הוא ARM M0+ וכל התכונות האלה ב-\$4 בלבד מתאימים במיוחד עבור סטודנטים הדורשים מיקרו בקר עבור פרויקטים שאינם דורשים כל סוג של קישוריות אלוטית.

ה-ESP 32 הוא לוח מיקרו-בקר קומפקטי עם הרבה תכונות. בשל עלותו הנמוכה, צריכת הספק נמוכה (אמנם גדולה מזו של הפיקו..) וגודל קומפקטי. זהו ג'וק מפותח מאוד שניתן להשתמש בו ביישומי IoT רבים ועם קישוריות אלוטית של בלוטות ו Wi-Fi. לוח מיקרו-בקר זה צבר מוניטין כאחד הלוחות הטובים ביותר עבור מפתחי IoT.

5. מסקנות סופיות

שני לוחות מיקרו-בקר אלה ראויים לשבח. הבחירה תלויה בצרכים ובדרישות. אם מדובר בחובבן הרוצה להתחיל עם פיתוח IoT אז כדאי "ללכת" על פיקו כי לא נצטרך תכונות נוספות וקיימת האפשרות לתכנת אותו במספר שפות ומחירו זול. עבור המנוסים/מקצוענים/מפתחים אז ESP 32 צריך להיות הבחירה הנכונה כי המחיר שלו זול והתכונות שלו הן רבות.

6. ביבליוגרפיה

1. <https://www.iottrends.tech/blog/raspberry-pi-pico-vs-esp-32/>
2. <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-pico/>
3. <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>