

Jedným z kľúčových trendov v moderných digitálnych obvodoch je znižovanie spotreby, či už pre účely IoT, wearables, mobilov, alebo aj seriózných aplikácií s obmedzenými zdrojmi energie. Aj keď sa zdá, že všetko už bolo vymyslené, spoločnosť [Ambiq Micro](#) prichádza s novým a podľa nich zásadne lepším prístupom. [Tvrdia](#) napríklad, že ich mcu založené na jadre ARM Cortex-M4 má až 10x menšiu spotrebu než porovnateľné konkurenčné obvody.

Ambiq Micro síce je nováčik na poli polovodičov, ale ako aj jeho meno naznačuje, je to nepochybne ambiciózný hráč. Založili ju v Austine, Texas, USA v roku 2010 mladí vedci z Michiganskej Univerzity s cieľom komercionalizovať vývoj, ktorý na univerzite začali.

btw. financovania sa zúčastnilo, okrem iných, aj priamo [ARM konzorcium](#).

Ich prvým produktom je rodina RTC obvodov - logický krok, sú to nepochybne obvody kde spotreba hrá kľúčovú úlohu. [AM08xx](#) má typický odber (pri 1.8V/25°C) 55nA pri behu s kryštálom (a s menej presným RC oscilátorom ešte menej), čo je nepochybne impresívna hodnota. Na porovnanie, napríklad pomerne moderný RTC obvod [M41T6x](#) od ST má v porovnateľných podmienkach typickú spotrebu asi 300nA. Treba však poznamenať aj to, že AM08xx má v datasheete uvádzanú maximálnu spotrebu až o rád vyššie, jedná sa však o spotrebu pri teplote 80°C.



A ako tú úsporu v spotrebe dosiahli?

Nuž, ako sami píšú, ich "podprahová" technológia ([SPOT™](#)) nie je nič prevratné, a jedná sa o pomerne štandardnú CMOS technológiu. Vtip je v tom, že na rozdiel od klasických CMOS obvodov, kde je vždy jeden tranzistor z komplementárnej dvojice otvorený do plnej saturácie a statická spotreba je daná únikovým prúdom zatvoreného tranzistora, tu sa používa také nízke napájacie napätie, aby sa tranzistory otvárali len do lineárneho režimu, tak, aby prúd "pootvoreného" tranzistora čo najtesnejšie prevážili únikové prúdy zatvoreného tranzistora. Problémom je dosiahnuť spoľahlivosť pri premenlivých parametroch tranzistorov vplyvom premenlivých teplôt aj vplyvom premenných vo výrobnom procese; a tiež je potrebné riešiť nižšiu odolnosť voči šumu.

Podobné techniky sa používali už aj v pomerne dávnej minulosti, v 70tych a 80tych rokoch, práve v hodinkových obvodoch niektorých švajčiarskych výrobcov. Rozdiel je však v prístupe - kým u tých starších obvodov išlo o čiste ručnú optimalizáciu na úrovni layoutu a dôkladne zdokumentovanom a kontrolovanom výrobnom postupe, Ambiq vypracoval celú metodiku počítačového návrhu ako aj vypracoval príslušné analógové aj digitálne knižnice. Táto práca im trvala okolo 10 rokov, a o bližších detailoch sa dá dočítať vo whitepaper-i, ktorý sa dá stiahnuť po registrácii.

Túto technológiu nájdeme aj u [RTC obvodoch ABRACON-u](#) (zrejme sa jedna o brandované RTC obvody Ambiqu), dostupných napr. u [Farnell-a](#).

Ambície Ambiqu však pri hodinkových obvodoch vôbec nekončia, a mieria vyššie, ďaleko vyššie. V oznámenom mcu s ARM jadrom pod názvom [Apollo](#). Tam sľubujú spotrebu 30μA/MHz, čo na pomerne mohutné jadro ARM Cortex-M4F (spolu s floating-point jednotkou) vôbec nie je málo. Aj keď majú na výber jadra aj rozsiahle [odôvodnenie](#), zjavne sa jedná o

marketingový ťah vo forme prijatia vysokej výzvy.

Niekoľko parametrov podľa webstránky:

- active mode power consumption: 30µA/MHz (executing from Flash)
- sleep mode power consumption: 100nA (with RTC on)
- up to 24MHz clock frequency, floating point unit
- up to 512kB Flash, up to 64kB low-leakage RAM
- 10-bit, 13-channel, 1MS/s
- temperature sensor with $\pm 2^{\circ}\text{C}$ accuracy
- I2C, SPI, UART
- wide operating range: 1.8 to 3.8V
- 64-pin BGA / 42-pin CSP

Znova pre porovnanie mcu s ARM Cortex-M4 jadrom s optimalizáciou na spotrebu od iných výrobcov, SiLabs pre EFM32™ [Wonder Gecko](#) 32-bit je udávaných 225 µA/MHz run mode with code executed from flash (a to je mcu z pozostalosti po EnergyMicro, firmy založenej explicitne pre mcu s minimálnou spotrebou); a u zbrusu nového [STM32L476](#) ST uvádza 100 µA/MHz run mode. Čitateľom uzone nie je potrebné zdôrazňovať, že tieto hodnoty sú typické, a merané pri optimálnych podmienkach, ktoré sa v praxi obvykle nedajú dosiahnuť, napríklad pri izbovej teplote, pri vykonávaní jednej prázdnej programovej sľučky, s vypnutými všetkými internými perifériami, s interným RC oscilátorom pri vypnutom kryštálovom oscilátore, bez aktivity na IO pinoch, apod. Pre odhad skutočnej spotreby je potrebné dôkladne si preštudovať dostupnú dokumentáciu, najmä datasheet, a zobrať do úvahy všetky faktory ktoré na spotrebu môžu vplývať, vrátane tých ktoré sme práve spomenuli.

K MCU obvodom radu Apollo je zatiaľ k dispozícii [preliminary datasheet](#); no zdá sa, že k dispozícii nie sú obvody samotné či vývojové dosky, a nie je zrejmé ani ich plánovaná cena.

Distribúcia

Predajný kanál [bol vytvorený](#) v spolupráci s Future Electronic. No zatiaľ zrejme nie je [moc čo predávať](#).

Podpora

zo strany SW je tu podpora [KEIL MDK5](#) (ako bolo už spomenuté - ARM konzorcium...) pre tieto čipy:

Apollo 512 BGA, Apollo 256 BGA, Apollo 128 BGA, Apollo 64 BGA, Apollo 512 WLCSP, Apollo 256 WLCSP, Apollo 128 WLCSP a Apollo 64 WLCSP.

Debugger J-Link od Seggeru, je tiež [Apollo compatible](#).

Ambiq nastúpil neľahkú, avšak perspektívnu cestu. Vo svetle udalostí sveta polovodičov však je dosť pravdepodobné, že ak sa im s ich technológiou začne dariť, rýchlo o nich prejaví záujem niektorý z väčších hráčov. Ba vlastne je dosť dobre možné, že aktivity firmy práve k tomuto smerujú...

Edit 13.11.2015

Mikrokontrolér Ambiq Micro APOLLO512-KBR, sa dostal na [prvú priečku](#) v testoch [ULPBench™](#) (ultra-low power) s hodnotou ULPMark-CP(*): 377.50, čím zosadil úradujúceho majstra STMicroelectronics STM32L476RG s hodnotou 187.70.

* Hodnota ULPMark-CP = 1000/(median of average energy per second for 10 ULPBench cycles), bigger is better.