



Исследование сверхширокополосных приёмопередающих модулей Apple U1

**Выполнил : Иванов Илья Игоревич
Руководитель : Титов Константин Дмитриевич**



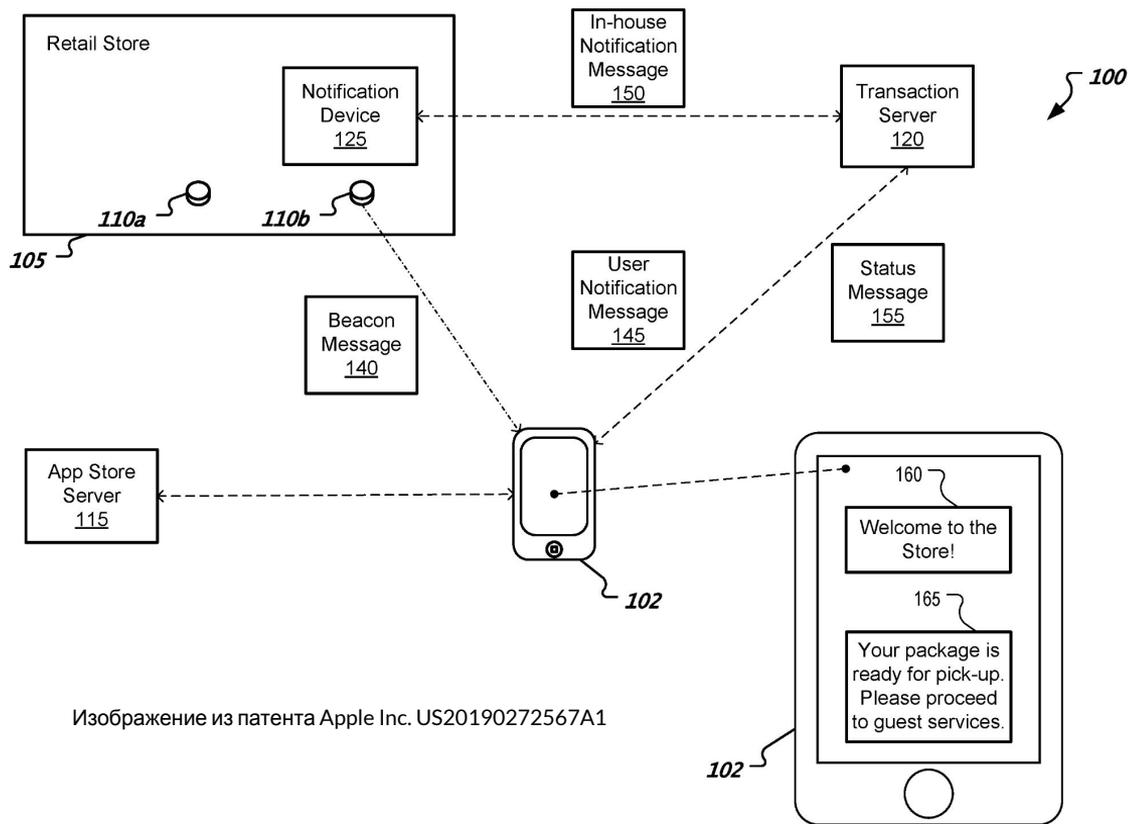
Цель : исследование места и роли сверхширокополосных приёмопередающих модулей Apple U1

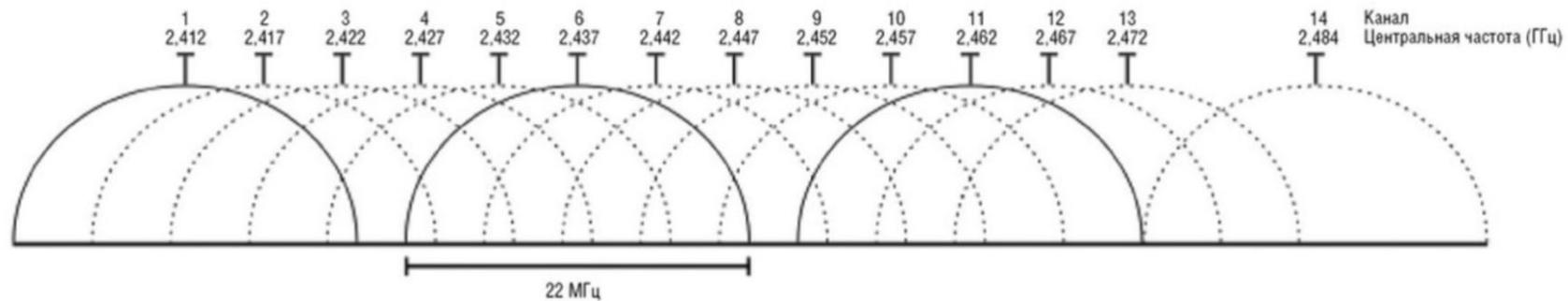
Задачи :

1. Рассказать про UWB (Ultra-wideband)
2. Где используется модуль

Что такое UWB? (Ultra-wideband)

UWB (Сверхширокополосный) - это технология радиосвязи малой дальности, которая точно определяет и измеряет расстояние между другими устройствами, оснащенными UWB





Полосы частот Wi-Fi

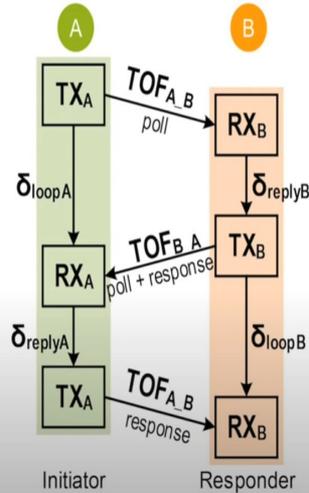
TOF и TDOA :

DOUBLE SIDED – TWO WAY RANGING (DS-TWR) DOUBLE SIDED (DS-TWR)

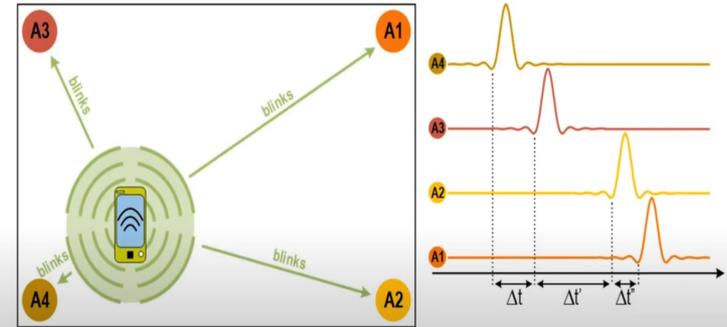
- Two SS-TWR are performed
- Each device can calculate the ToF

$$ToF_{A,B} = \frac{\delta_{loopA} \times \delta_{loopB} - \delta_{replyA} \times \delta_{replyB}}{\delta_{loopA} + \delta_{loopB} + \delta_{replyA} + \delta_{replyB}}$$

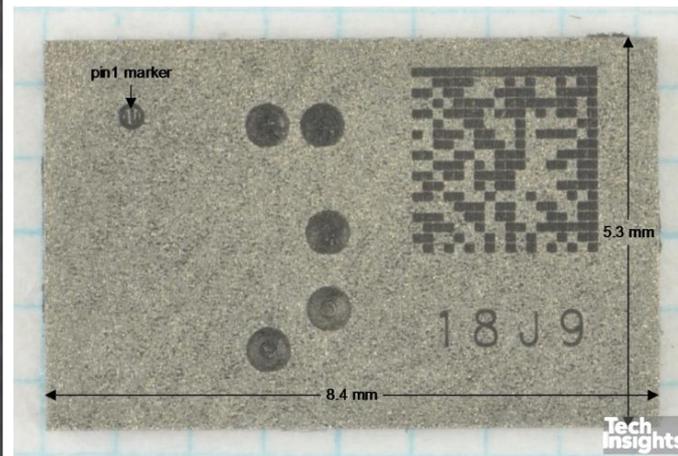
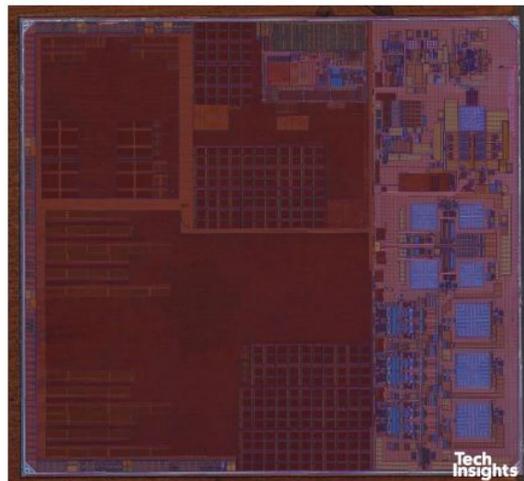
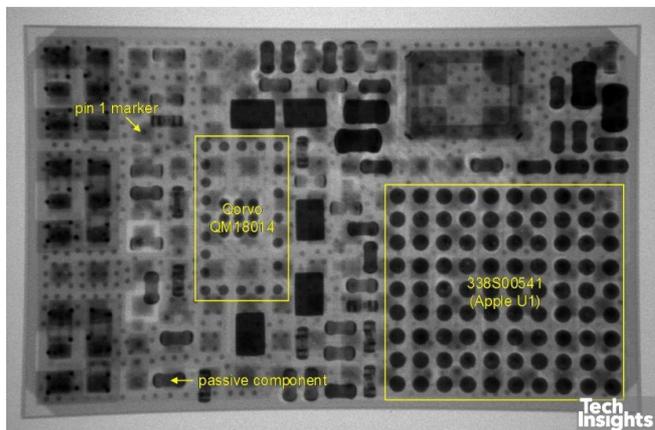
- Clock difference in the two devices are compensated but more energy is required due to 3 frames



TIME DIFFERENCE OF ARRIVAL (TDOA)



Чип U1 : его вид и свойства





Apple AirTag





Выводы :

1. Актуальность
2. Удобство
3. Будущее