PSM과 eDRX

hkim

2019-10-02

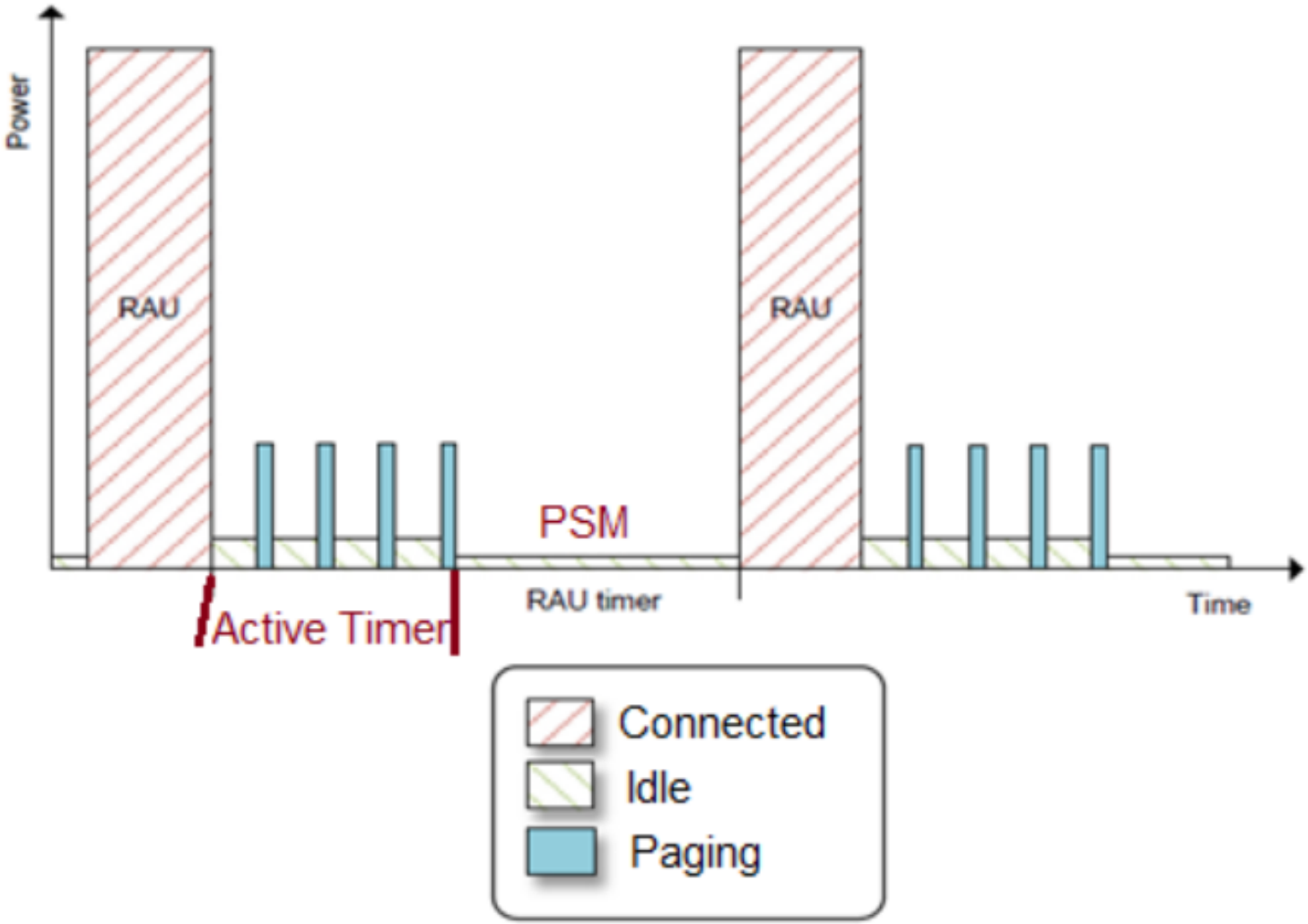
1. PSM
2. eDRX

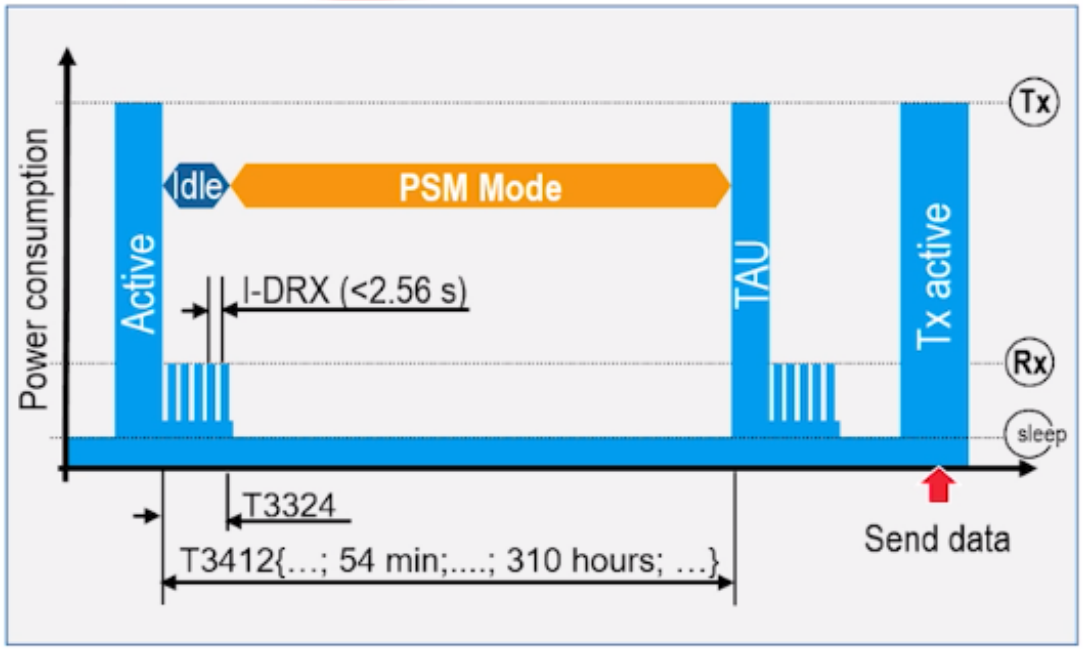
PSM

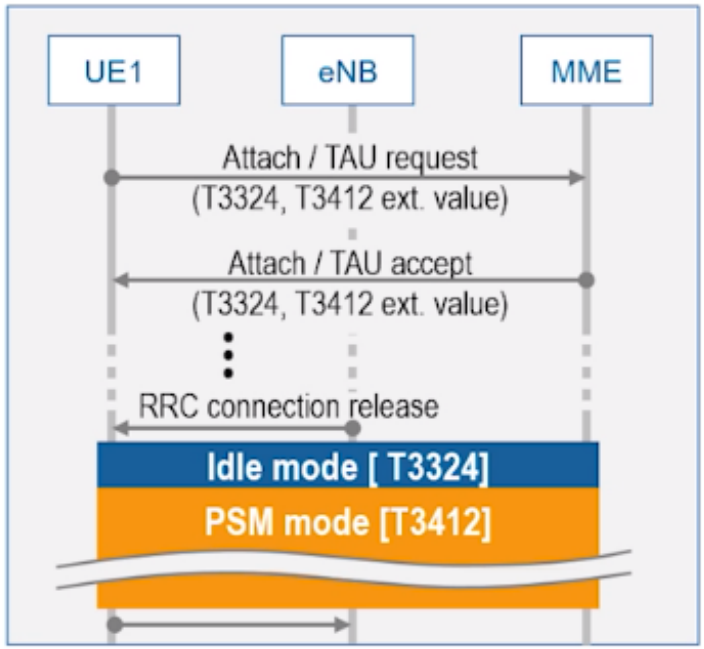
- Release 12에서 기존의 RRC Idle Mode 단말의 전력 소모를 더욱 개선시키기 위한 것
- 단말이 PSM 상태로 천이하게 되면 Power-off와 유사한 상태가 되어서 네트워크로부터의 페이징 메시지조차 수신하지 않음
- 즉, reachable하지 않게 됨*
- 페이징 메세지를 수신하기 위해서 주기적으로 Power-on 할 때의 전력 소모조차도 줄이는 것
- 다만 PSM 상태가 되어도 단말은 여전히 네트워크에 등록 상태로 유지되기 때문에 Re-attach 또는 PDN connection Re-establishment를 할 필요가 없음

PSM

- 단말은 상위 계층에서 데이터 전송, Tracking Area Update, Routing Area Update가 요구되면 PSM 모드를 나옴
- 데이터 전송 후 단말은 active timer를 시작하고, timer가 expire되면 다시 PSM 모드로 진입
- Active timer가 expire되기 전까지는 데이터 수신도 가능
- 완전히 꺼진 것이 아니고 TAU나 RAU 기간에는 reachability가 있음
- LTE-NB IoT 파워 소모는 500 mW (in Tx, 23 dBm), 80 mW (in Rx), 3 mW (in Light sleep), 0.015 mW (deep sleep)


Power
RAU
RAU
PSM
RAU timer
Time
Active Timer
Connected
Idle
Paging





UE remains registered with the network and there is **no need to re-attach or re-establish PDN connections** – saves power, but UE isn't reachable in PSM Mode

PSM

- 단말이 PSM을 사용하려면 Attach(TAU) Request 메세지에 PSM 관련 타이머인 T3324/T3412 Extended Value를 포함
- T3324는 단말이 RRC Idle 상태가 된 이후에 페이징 메세지를 수신하는 Active Timer을 의미
- 네트워크는 ① PSM을 지원하고 ② 단말이 PSM을 사용하는 것을 허용할 경우에, Attach (TAU) Accept에 T3324/T3412 Extended Value를 포함시켜서 단말에게 PSM 사용이 가능하다는 것을 알림
- 이 때 네트워크는 단말 요청 값, Reachability Time, MME 설정 등을 고려하여서 T3324/T3412 Extended Value를 결정

PSM

- 단말은 RRC Idle 상태가 되는 순간 T3324 타이머를 시작하며, 이 기간 동안에는 페이징 메세지를 모니터링 (Normal Idle Mode)
- T3324동안에는 단말이 Reachable 상태이며 이는 MT (mobile terminated) 데이터가 단말로 전송될 수 있는 것을 의미
- T3324 타이머가 만료되면 단말은 PSM 상태로 전환하게 되고 T3412 Extended Value 동안 페이징 모니터링하지 않음
- 이 경우 단말이 페이징 모니터링을 하지 않으므로 MT 데이터가 단말로 전송될 수 없는 Unreachable 상태
- 네트워크는 MT 데이터가 발생할 경우에 단말이 다시 Reachable 상태로 될 때까지 데이터를 버퍼링

PSM

- 단말은 PSM을 사용하기 위해서 모든 Attach(TAU) Request 메세지에 T3324를 포함
- 또한 단말 상태 변화 및 기타 이유로 인하여 T3324/T3412 Extended Value를 변경할 때에는 Attach(TAU) Request 메세지에 변경된 값을 포함
- T3324는 0s - 186min의 값을 갖으며 (TS 24.008, 10.5.7.4), 만약 T3324=0이면 단말은 RRC Idle이 되는 순간 즉시 PSM 상태가 되는 것을 의미

eDRX

DRX

- DRX는 discontinuous reception이라는 이름이 의미하듯이 비연속적인 데이터 수신으로 전력 소비를 막는 기술
- 송수신할 데이터가 없는 단말이 기지국이 보내는 신호를 지속적으로 체크하면서 전력을 소비하는 것을 막기 위하여, 지금 당장 송수신할 데이터가 없는 상태에서 단말과 네트워크가 그 단말이 수신해야 하는 데이터를 체크할 시간까지 데이터를 보관했다가 단말로 전달

eDRX

DRX

- DRX는 단말과 eNB 사이의 RRC 연결이 유지되는 connected mode 단말과 RRC 연결이 해지된 idle mode 단말에 모두 적용
- Connected mode 단말 (특정 시점에만 PDCCH를 모니터링)을 위해서는 기지국이 데이터를 보관
- RRC 연결이 release된 idle mode 단말 (페이징만 모니터링)을 위해서는 SGW에 데이터를 보관
- 데이터 보관 및 전달에 대한 네트워크의 약속 덕분에 DRX 사이클이 약속되면 현재 송수신할 데이터가 없는 단말은 DRX 사이클 동안은 전력을 소비하지 않음

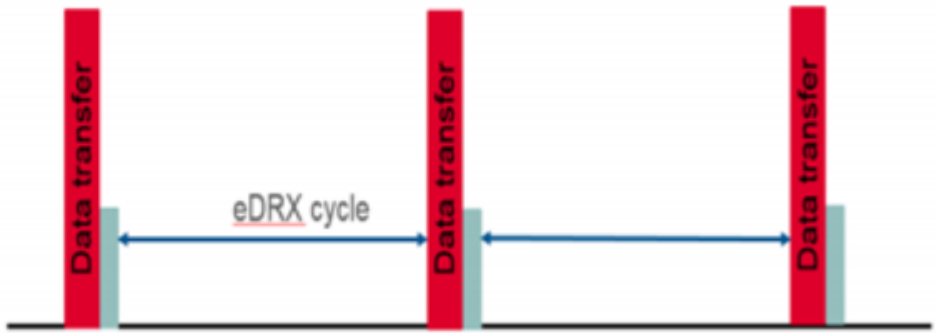
Since 2017...



C-DRX On		C-DRX Off		최대효율 (%)	최소효율 (%)
최대	최소	최대	최소		
17시간 24분	15시간 19분	12시간 46분	11시간 30분	151%	120%

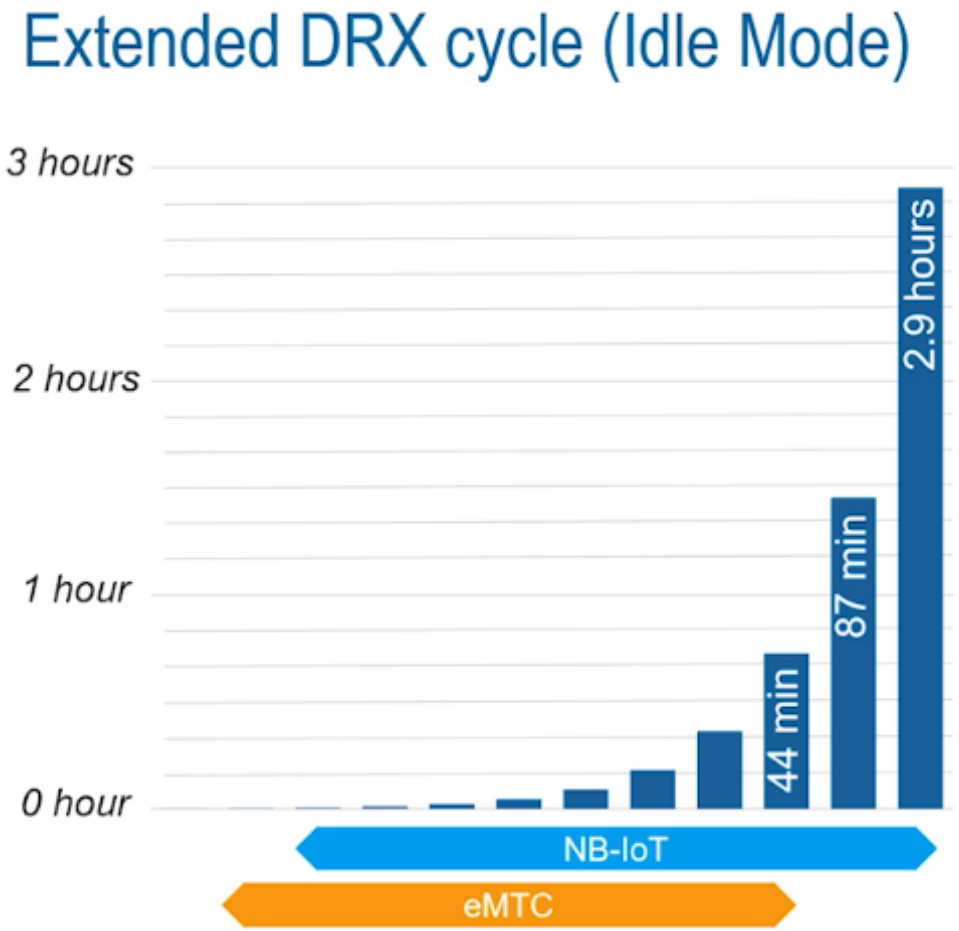
eDRX

- 스마트폰과 같은 기존 단말들에서 사용되던 DRX 사이클을 늘려서 IoT 단말들에게 적용
- 즉 페이징 기간 사이의 길이를 늘임
- 수신 기간에는 reachable
- PSM과는 달리 RAU나 TAU를 수행해서 reachability를 확보할 필요가 없음
- LTE-NB IoT 파워 소모는 500 mW (in Tx, 23 dBm), 80 mW (in Rx), 3 mW (in Light sleep), 0.015 mW (deep sleep)



eDRX

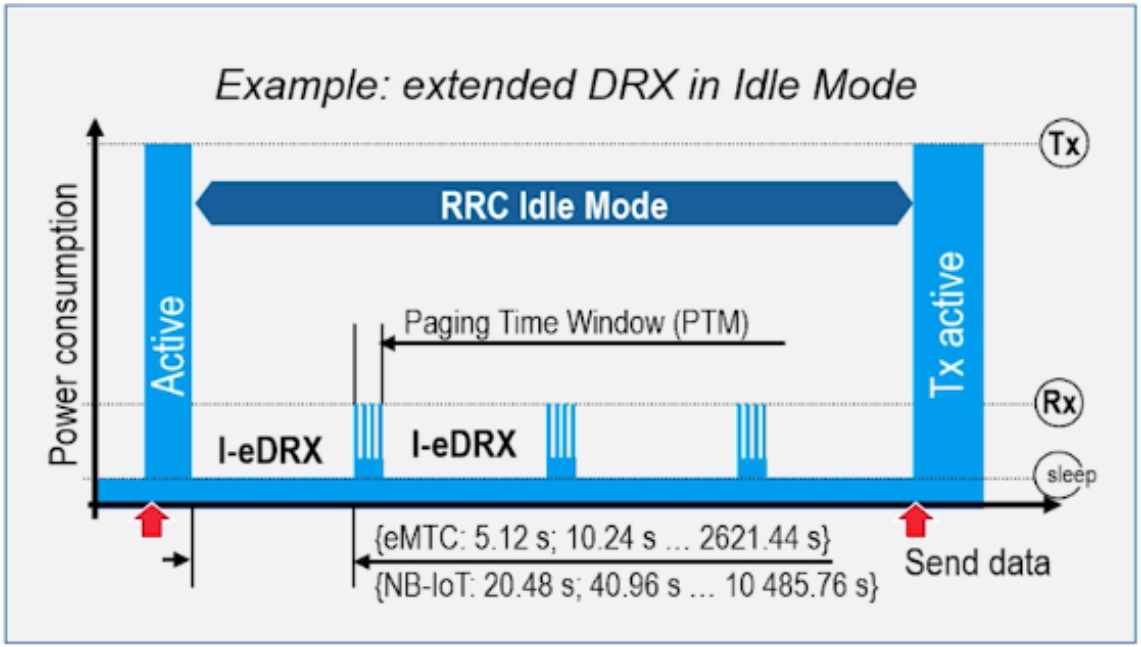
DRX vs. eDRX

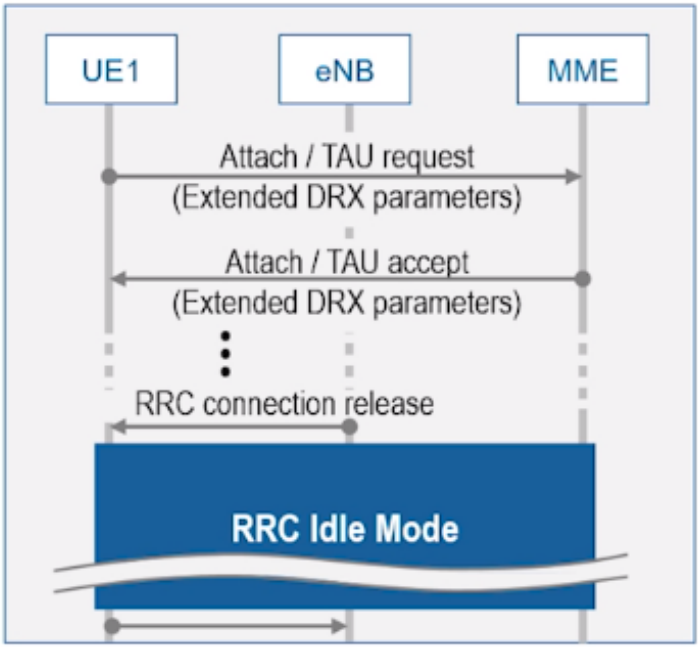


eMTC	NB-IoT
5.12 s	n/a
10.24 s	n/a
20.48 s	20.48 s
40.96 s	40.96 s
81.92 s	81.92 s
163.84 s	163.84 s
327.68 s	327.68 s
655.36 s	655.36 s
1 310.72 s	1 310.72 s
2 621.44 s	2 621.44 s
n/a	5 242.88 s
n/a	10 485.76 s

eDRX

DRX vs. eDRX

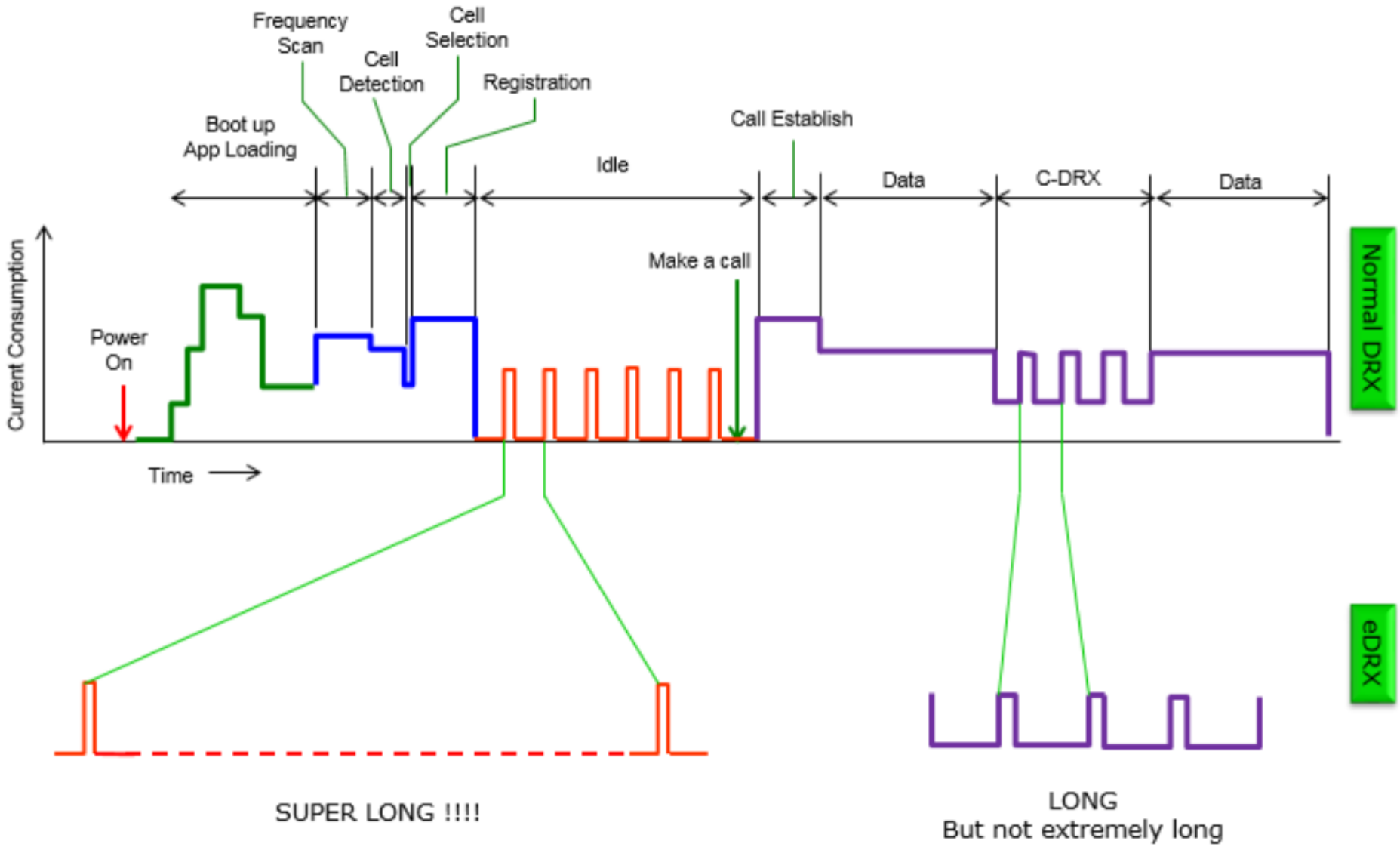




Energy consumption can be reduced significantly with longer cycles for discontinuous reception (DRX), if certain degree of mobile terminating services reachability is acceptable.

eDRX

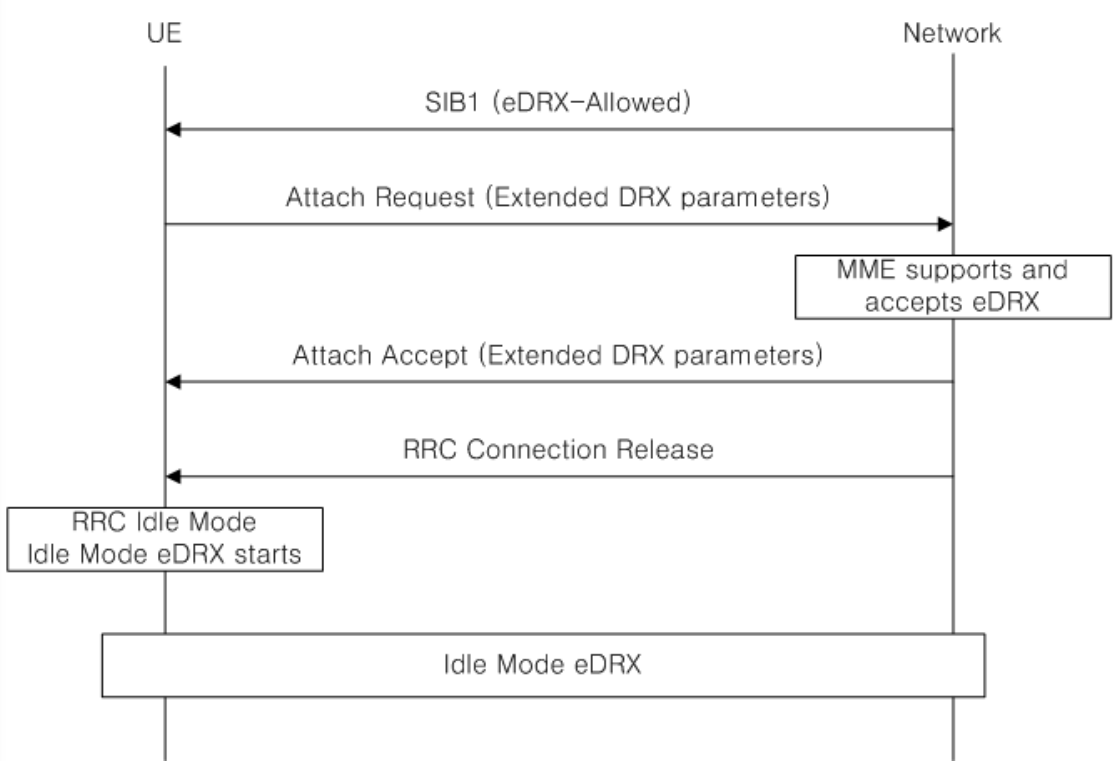
DRX vs. eDRX



eDRX

Idle Mode eDRX

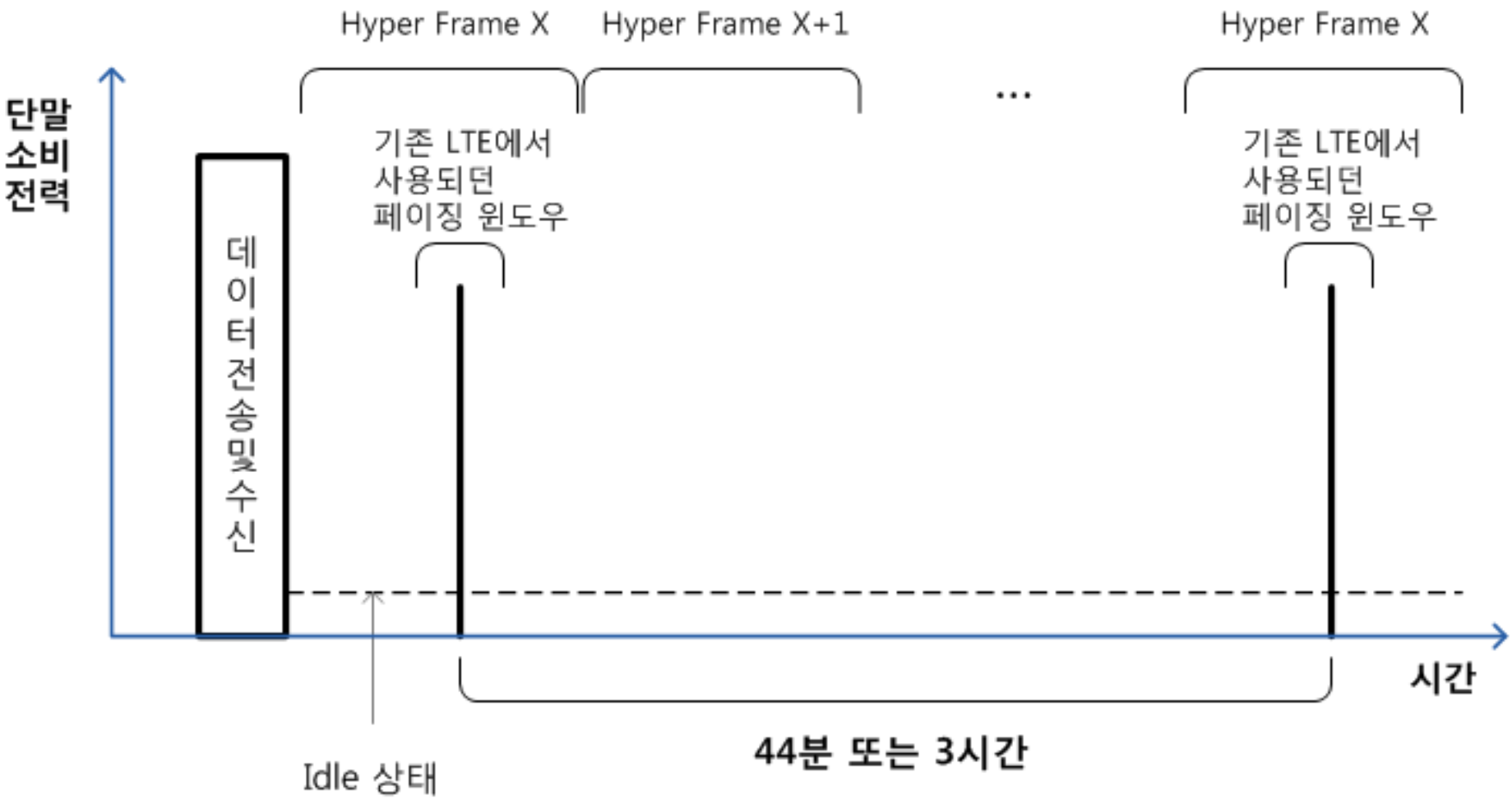
- Extended DRX parameters는 eDRX를 지원하기 위해서 Release 13에 새롭게 추가된 것으로 Paging Time Window와 eDRX Cycle을 포함
- 단말은 특정 시점에 페이징 모니터링을 하고 그 이외의 시간에는 OFF 상태



eDRX

- 허용되는 eDRX 사이클 길이는 NB-IoT의 경우 20.48 sec, 40.96 sec, 81.92 sec, 163.84 sec, 327.68 sec, 655.36 sec, 1310.72 sec, 2621.44 sec, 5242.88 sec and 10485.76 sec
- LTE frame은 100 subframe = 100 ms
- Hyperframe은 1024 frames = 10.24 s
- LTE Rel-13 에서 LTE-M은 IDLE mode eDRX 사이클을 1 - 256 hyperframes로 규정
- 1 hyperframe은 10.24초이므로 256 hyperframes는 43.5 분

eDRX


Hyper Frame X
Hyper Frame X+1
Hyper Frame X
단말
소비
전력
데이터 전송 및 수신
기존 LTE에서
사용되던
페이징 윈도우
기존 LTE에서
사용되던
페이징 윈도우
시간
Idle 상태
44분 또는 3시간

eDRX

- 기본 DRX는 물리계층에서 리소스를 분할하는 단위인 frame 인덱스를 이용하여 계산
- eDRX는 기존 LTE 시스템에는 없던 Hyper Frame이라는 새로운 인덱스를 추가로 생성
- Hyper Frame의 사용으로 10초 이상 설정이 불가능하던 기존 DRX 사이클이 늘어남에 따라서 44분 또는 세시간 가까이 긴 DRX 사이클이 확장 적용
  - 프로토콜적으로 DRX 사이클은 10.24초까지 사용이 가능하나 보통 스마트폰과 같이 음성 통화 수신을 해야 하는 일반 단말은 idle mode 에서 2.45초의 DRX 사이클을 사용

eDRX

- 기존의 DRX 주기(Cycle)의 최대값은 2.56s이고, 이는 곧 단말이 최소한 2.56s 마다 한 번은 페이징 모니터링을 해야하는 것을 의미
- eDRX에서는 이러한 주기를 최대 2.91시간까지 증가시켜서 단말이 페이징 모니터링에 소모하는 전력을 줄이고자
- 이 때 한가지 발생하는 문제점은 기존의 SFN (System Frame Number)을 사용해서는 10.24s 이상의 주기를 지원하지 못하는 것
- 이를 해결하기 위해서 eDRX에서는 그림2와 같이 1024개의 Frame을 포함하여 10.24s의 길이를 갖는 Hyperframe이란 개념을 새롭게 도입

eDRX

- Hyperframe은 H-SFN (Hyper SFN)을 통해서 순서를 알 수 있음
- H-SFN은 SFN이 1023 $\rightarrow$ 0으로 변경될때마다 1씩 증가
- H-SFN은 0 1023 사이의 값을 갖으며, 이로 인해 H-SFN을 기준으로 eDRX 주기를 설정하게 되면 최대 10.24s * 1024 = 10485.76s (2.91 hours)로 주기 설정 가능

