

8 - Ma'ruza.

IOT-DA MA'LUMOTLARNI UZATISH STANDARTLARI VA PROTOKOLLARI

Reja:

8.1 IoTda ma'lumotlarni uzatish texnologiyalarining tasnifi .

8.2 IEEE Std 802.15.4.

8.3 ZigBee standarti .

8.4 6LoWPAN standarti.

8.5 WirelessHART va ISA 100.11 a .

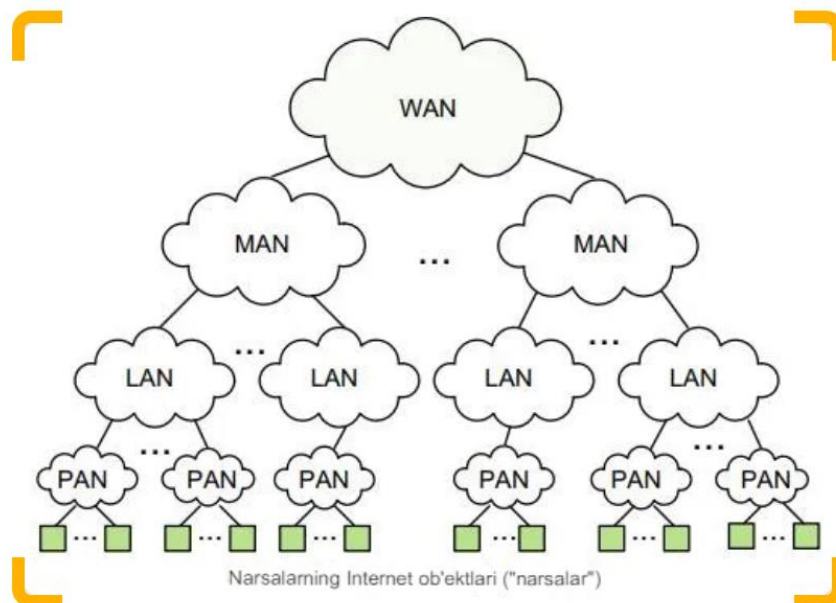
8.1 IoTda ma'lumotlarni uzatish texnologiyalarining tasnifi

Intennet ashyolari tashkil etishning asosiy masalalaridan biri quyidagilar o'rtasidagi o'zaro aloqani amalga oshirishdir:

- Internetdagi narsalar,
- foydalanuvchilar va Internet narsalar,
- masofaviy server va internet narsalar.

IoT ma'lumotlarni uzatish uchun inson tanasidagi tarmoqdan BAN (tana)gacha bo'lgan ko'p sonli aloqa tarmoqlaridan foydalanadi . hudud Tarmoq), butun dunyo bo'ylab Internetga qadar bir necha o'n santimetr masofada ishlaydi. Qisqa masofali aloqalar RFID, NFC, Bluetooth , Wi-Fi va boshqalar kabi texnologiyalardan foydalanadi. Uzoq masofali aloqalar turli uyali aloqa tarmoqlari (2G / 3G / 4G), WiMAX simsiz keng polosali kirish tarmoqlari , GPS / GLONASS asosida amalga oshiriladi. joylashishni aniqlash tarmoqlari va boshqalar

Qoplash hududiga ko'ra, narsalar Internetida foydalaniladigan telekommunikatsiya tarmoqlarini 4 asosiy turga bo'lish mumkin (8.1-rasm):



8.1 – rasm IoT da qo'llaniladigan tarmoq texnologiyalari ierarxiyasi .

1. *Shaxsiy tarmoq PAN (Personal hudud Tarmoq)* - bu odam "atrofida" qurilgan tarmoq. Ushbu tarmoqlar barcha shaxsiy foydalanuvchi qurilmalarini (telefonlar, smartfonlar, shaxsiy raqamli yordamchilar, noutbuklar, naushniklar va boshqalar) birlashtirish uchun mo'ljallangan. IoTga kelsak , bunday tarmoq qurilma ("narsa") "atrofida" qurilgan.

2. *Mahalliy tarmoq LAN (Lokal hudud Tarmoq)* - odatda nisbatan kichik maydonni yoki binolarning kichik guruhini (uy, ofis, kompaniya) qamrab oladigan tarmoq. Mahalliy tarmoqlar *CAN kontrollerlari tarmog'ini ham o'z ichiga olishi mumkin (Controller hudud Tarmoq)* - bu asosan turli xil aktuatorlar va sensorlarni alohida korxona ichidagi yagona tarmoqqa birlashtirishga qaratilgan sanoat tarmog'idir.

3. *MAN shahar tarmog'i (Metropolitan hudud Tarmoq)* - alohida foydalanuvchilarni va shahar ichidagi mahalliy tarmoqlarni birlashtiradi, LANdan kattaroq, lekin WAN dan kichikroq tarmoq.

4. *WAN (Keng hudud Tarmoq)* - yuzlab va minglab kilometr masofada tarqalgan foydalanuvchilar va tarmoqlarni bog'laydi.

Narsalar Interneti deyarli LAN, MAN va WAN texnologiyalariga maxsus talablarni qo'ymaydi, bundan tashqari ular texnik adabiyotlarda juda yaxshi yoritilgan.

Shu sababli, ushbu bob faqat IoT -da keng qo'llaniladigan kichik va o'rta diapazonli tarmoqlar uchun standartlar va protokollarni qamrab oladi .

"Internet of Things" dagi barcha ma'lumotlarni uzatish texnologiyalari, foydalaniladigan uzatish vositasiga qarab, ikkita katta sinfga bo'linishi mumkin: simli va simsiz.

IoT -da simli ma'lumotlarni uzatish texnologiyalari metall (mis) aloqa kabelidan, elektr simlaridan (PLC texnologiyasi - Power) foydalanishi mumkin. chiziqli Aloqa) yoki optik tolali kabel. Biroq, aloqa liniyalarini jismoniy amalga oshirishning murakkabligi sababli, Internet-of-narsalar aloqasi uchun simli texnologiyalar simsiz aloqalarga qaraganda kamroq qo'llaniladi.

IoT -da qo'llaniladigan qisqa masofali simsiz tarmoqlarni uch turga bo'lish mumkin:

1. *Simsiz shaxsiy tarmoq tarmoqlari WPAN (Simsiz Shaxsiy hudud tarmoq)* .Ular turli xil qurilmalarni, jumladan, kompyuter, maishiy va ofis uskunalari, aloqa va boshqalarni ulash uchun ishlatiladi. Jismoniy va havola qatlamlari IEEE 802.15.4 standarti bilan tartibga solinadi. WPAN diapazoni bir necha metr dan bir necha o'n santimetrgacha. Bunday tarmoqlar alohida qurilmalarni bir-biriga ulash uchun ham, ularni yuqori darajadagi tarmoqlar, masalan, global Internet bilan ulash uchun ham qo'llaniladi. WPAN - ni Bluetooth , ZigBee , 6LoWPAN va boshqalar kabi turli tarmoq texnologiyalari yordamida joylashtirish mumkin , bu esa keyinchalik ushbu bobda muhokama qilinadi.

2. *Simsiz sensor tarmoqlari WSN (Wireless Sensor tarmoq)* .

Tarqalgan , radiokanal orqali o'zaro bog'langan aktuatorlarning bir nechta sensorlari (sensorlari) ning o'z-o'zini tashkil etuvchi tarmoqlari. Bunday tarmoqlarning qamrov maydoni bir necha metr dan bir necha kilometrgacha bo'lishi mumkin xabarlarni bir elementdan ikkinchisiga o'tkazish qobiliyati.

3. *Kichik mahalliy tarmoqlar TAN (Tiny hudud tarmoq)* .

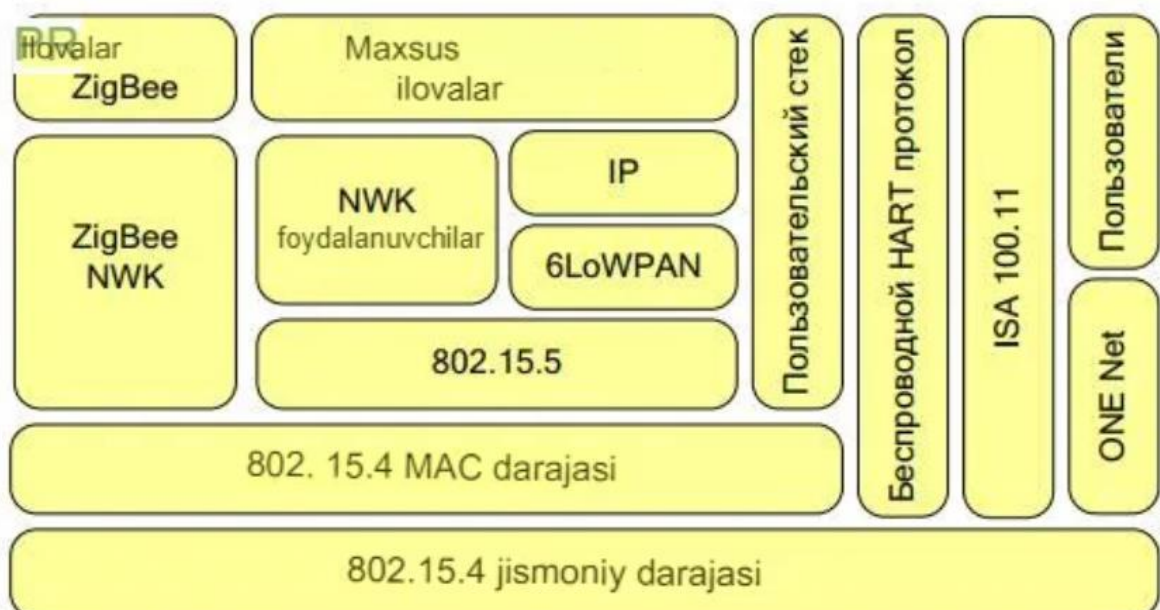
Kichik ofis yoki alohida uyda joylashtirilgan hisoblash tarmoqlari. Ular ko'pincha uy tarmoqlari deb ataladi, chunki ular bir oilaga tegishli kompyuterlar, maishiy

elektronika va signalizatsiya qurilmalarini birlashtiradi. Ko'pincha bunday tarmoqlar Wi-Fi texnologiyasi asosida quriladi .

IoT -da juda ko'p turli xil qurilmalar bilan o'zaro ishlash uchun standartlashtirilgan interfeyslar, ma'lumotlar formatlari va aloqa protokollari talab qilinadi. Jadvalda. 5.1 - bu ish chastotasi, ma'lumotlarni uzatish tezligi, OSI qatlamlarini qo'llab-quvvatlash (fizik PHY, MAC media kirish, tarmoq NWK, transport TRP), shuningdek, APS ilovalarini qo'llab-quvvatlash pastki qatlamini amalga oshirishni ko'rsatadigan ba'zi IoT standartlari va protokollarining ro'yxati (Ilova Qo'llab-quvvatlash Sublayer), ACL qo'llab-quvvatlashi (Access boshqaruv Ro'yxat) va 128-bitli AES shifrlash (Kengaytirilgan Shifrlash standart).

8.2 IEEE Std 802.15.4

IEEE Std 802.15.4 standarti yuqori sig'imli, kam quvvatli, past ma'lumotlar tezligiga ega simsiz shaxsiy tarmoq tarmoqlarini (WPAN) amalga oshirish uchun mo'ljallangan. U faqat protokollar stekining pastki ikki qatlamini , jismoniy qatlamni (PHY) va mediaga kirish qatlamini (MAC) amalga oshiradi. 802.15.14 standarti ZigBee , WirelessHART va MiWi kabi yuqori darajadagi protokollar uchun asosiy asosdir . Bundan tashqari, simsiz sensorli tarmoqlarni qurish uchun 6LoWPAN standarti va standart Internet protokollari bilan birgalikda ishlatilishi mumkin (8.2-rasm).



8.2 – rasm IEEE Std 802.15.4 standarti uchun protokollar to'plami .

802.15.14 PHY jismoniy qatlami ma'lumotlarni uzatish usulini, aloqani tashkil qilish interfeysini, tarmoqni qurish uchun zarur bo'lgan apparat xususiyatlari va parametrlarini belgilaydi. Amalda, jismoniy qatlam qabul qiluvchining ishlashini nazorat qiladi, kanallarni tanlaydi, signallarni nazorat qiladi va quvvat darajalarini uzatadi.

uchta chastota diapazonida ma'lumot almashish uchun jismoniy darajada ajratilgan : 868 MGts, 910 MGts va 2,4 GGts, bu standartni dunyoning ko'pgina mamlakatlarida sanoat uchun litsenziyasiz diapazonda ishlatish imkonini beradi, ilmiy va tibbiy maqsadlarda ISM (Sanoat Ilmiy tibbiy). Ushbu diapazonda kengligi 5 MGts bo'lgan 16 ta kanal quyidagi ifodaga muvofiq hisoblangan tashuvchi chastotalari bilan belgilanadi:

$$F_c = 2405 + 5(k - 1), \text{ MGts, bu yerda } k = 1, \dots, 16.$$

802.15.4 standartining birinchi versiyasi keng polosali to'g'ridan-to'g'ri tarqalgan DSSS spektriga ega ikkita jismoniy qatlamni aniqladi . Ketma-ketlik Tarqalish Spektr): birinchisi mos ravishda 20 va 40 kbps uzatish tezligi bilan 868/915 MGts diapazonida, ikkinchisi esa 250 kbps tezlikda 2450 MGts diapazonida. 2006 yilda 868/915 MGts da ruxsat etilgan ma'lumotlar tezligi 100 va 250 kbps ga oshirildi. Bundan tashqari, modulyatsiya usuliga qarab to'rtta jismoniy qatlam spetsifikatsiyasi aniqlandi: keng polosali DSSS modulyatsiyasini saqlab turganda, ikkilik va kvadratchali fazani o'zgartirish QPSK (Quadrature) dan foydalanish mumkin. Bosqich Shift kalitlash). 2007 yildan boshlab, IEEE 802.15.4a standarti versiyasida ultra keng polosali radio texnologiyasi UWB (Ultra) bilan qatlamni kiritish orqali jismoniy qatlamlar soni oltitaga ko'tarildi Yuqori tezlikdagi ma'lumotlarni uzatish uchun WideBand) va CSS radio qatlami spetsifikatsiyasi (Chirp Tarqalish Spektr), chiziqli chastotali modulyatsiya usuli bilan chastota spektrini kengaytirishga asoslangan. UWB jismoniy qatlami uchta diapazonda ajratilgan chastotalar bilan aniqlanadi : 1 GGts dan past, 3-5 Gigagertsli va 6-10 Gigagertsli, CSS uchun esa spektr litsenziyasiz ISM diapazonining 2450 MGts diapazonida ajratilgan.

2009 yilda IEEE 802.15.4c va IEEE 802.15.4d standartlarining versiyalari mavjud chastota diapazonlarini kengaytirdi. Ushbu spetsifikatsiyalar to'rtburchak fazali kalitli QPSK yoki 780 MGts chastotada va 950 MGts chastotada yuqori tartibli fazali o'tish tugmasi bilan - Gauss chastotasini almashtirish GFSK (Gaussian) bilan qabul qiluvchi qurilmalardan foydalanish imkoniyatini aniqlaydi. chastota o'zgarishi Kirish) yoki BPSK (Ikkilik fazali siljish Kalitlash) .

tuzatish, kadrlarni tarmoq darajasiga yuborish uchun jismoniy darajadagi tarmoq elementlarining o'zaro ta'siri mexanizmlarini belgilaydi . Shu bilan birga, bog'lanish qatlamining MAC pastki qatlami vaqtni taqsimlash bilan jismoniy muhitga bir nechta kirishni tartibga soladi, qabul qiluvchi aloqalarni boshqaradi va xavfsizlikni ta'minlaydi.

IEEE Std 802.15.4 standarti AES 128 shifrlashni qo'llab-quvvatlagan holda ikki tomonlama yarim dupleks ma'lumotlarni uzatishni ta'minlaydi. Kanalga kirish Carrier tamoyiliga asoslanadi. tuyg'u bir nechta Kirish Bilan to'qnashuv Qochish (CSMA/CA) - To'qnashuvdan qochish bilan Carrier Sense Multiple Access. CSMA/CA - tashuvchini tinglash tamoyilidan foydalanadigan tarmoq protokoli. Ma'lumot yuborishga tayyor bo'lgan qurilma tiqilib qoladi signal (tirbandlik signali) va eshittirishni tinglaydi. Agar "begona" murabbo topilsa signal , keyin transmitter tasodifiy vaqt davomida "uxlaydi" va keyin yana ramkani uzatishni boshlashga harakat qiladi. Shunday qilib, uzatish faqat bitta qurilmadan kelib chiqishi mumkin, bu tarmoq ish faoliyatini yaxshilaydi. Bunday holda, ma'lumotlar nisbatan kichik paketlarda uzatiladi, bu WSNda boshqaruv va monitoring signallarining trafigiga xosdir. Standartning muhim xususiyati - xabarni etkazib berishni majburiy tasdiqlash.

Std 802.15.4 standarti bo'yicha tarmoqqa ulangan qurilmalarning xususiyati jo'natiladigan ma'lumotlarning yo'qligida qabul qiluvchining "uyqu" rejimiga o'tishi va ushbu rejimda ulanishni saqlab turishi tufayli kam quvvat iste'moli hisoblanadi. Standartni ishlab chiqishda asosiy e'tibor konfiguratsiya va qayta konfiguratsiya jarayonlarining tezligiga qaratildi. Xususan, qabul qiluvchining faol holatga o'tishi taxminan davom etadi 10-15 ms , va yangi qurilmalarni tarmoqqa ulash - 30 ms dan .

Shu bilan birga, qurilmalarni qayta sozlash va ulash davomiyligi routerlarning tarmoqqa "tinglash" doimiyligiga bog'liq.

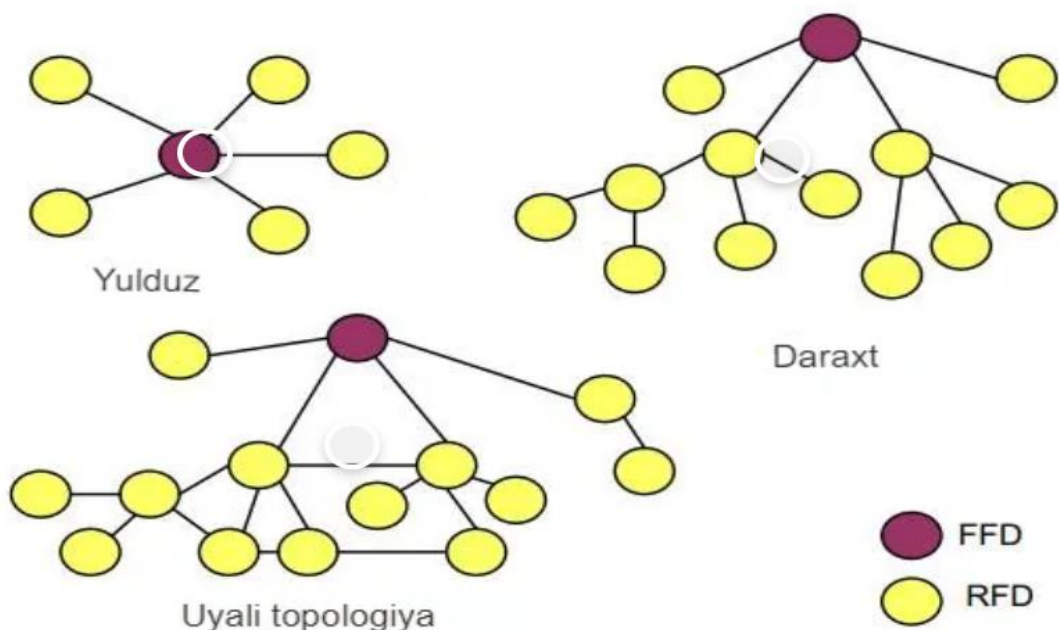
Standart tarmoq tugunlarining ikki turini belgilaydi:

1) *To'liq ishlaydigan FFD qurilmasi (To'liq funktsiyasi Qurilma)* , u ham ishni muvofiqlashtirish funktsiyasini, ham tarmoq parametrlarini o'rnatishni amalga oshirishi mumkin va odatiy tugun rejimida ishlaydi;

2) *RFD funktsiyalarining cheklangan to'plamiga ega qurilma (Qisqartirilgan funktsiyasi Qurilma)* , faqat to'liq xususiyatli qurilmalar bilan aloqa qilish imkoniyatiga ega.

Har qanday tarmoqda koordinator funktsiyasini amalga oshiradigan kamida bitta FFD bo'lishi kerak. Har bir qurilma 64-bitli identifikatorga ega, lekin ba'zi hollarda cheklangan hudud uchun PAN ulanishlari uchun qisqa 16-bitli identifikatordan foydalanish mumkin.

Bog'lanish darajasida IEEE Std 802.15.4 standarti tarmoq topologiyasini yaratish bo'yicha umumiy tavsiyalarni beradi. Tarmoqlar peer-to- peer bo'lishi mumkin *P2P (peer-to-peer , point-topoint)* yoki yulduz topologiyasiga ega. P2P tuzilishiga asoslanib, faqat tugunlar juftlari orasidagi aloqa diapazoni bilan cheklangan o'zboshimchalik bilan ulanish tuzilmalari tuzilishi mumkin. Shuni hisobga olgan holda , WSN topologik tuzilishining turli xil variantlari mumkin, xususan, klasterlarning "daraxtlari" - bu tuzilmada "daraxt barglari" bo'lgan RFDlar *faqat* bitta FFD bilan bog'langan va ko'pchilik tarmoqdagi tugunlar FFD hisoblanadi. Har bir klaster uchun mahalliy koordinatorga ega bo'lgan va global tarmoq koordinatorini o'z ichiga olgan klaster "daraxtlari" asosida tuzilgan tarmoq topologiyasi ham mumkin (8.3-rasm).



8.3 – rasm Std 802.15.4 standarti tarmoqlari topologiyasi variantlari .

8.3 ZigBee standarti

Yuqorida aytib o'tilganidek, IEEE Std 802.15.4 standarti OSI tarmoq modelining ikkita pastki qatlamini yuqori qatlamlarga qo'yiladigan talablarni va ularning muvofiqligi shartlarini belgilamasdan tavsiflaydi. Ushbu muammolarni hal qilish maxsus aloqa protokollarini ishlab chiqishni talab qildi. Eng mashhurlari ZigBee alyansining protokollari bo'lib , u infokommunikatsiya tizimlari uchun dasturiy ta'minot va apparat vositalarini ishlab chiqishga ixtisoslashgan dunyodagi eng yirik kompaniyalar tomonidan yaratilgan. Texas _ _ _ Asboblar , Motorola , Flibs , IBM, Ember , Samsung , NEC, Freescale Semiconductor , LG, OKI va boshqalar. Alyans 2004 yilda ZigBee standartini ishlab chiqdi va ratifikatsiya qildi , u simsiz sensor tarmoqlari uchun to'liq protokollar to'plamini o'z ichiga oladi. ZigBee spetsifikatsiyasining nomi Zig-zag - zigzag va Vee - ari so'zlaridan kelib chiqqan. Tarmoq topologiyasi guldan gulga asalarilarning zigzag uchish yo'liga o'xshaydi, deb taxmin qilingan.

ZigBee spetsifikatsiyasi nisbatan past tezlikda kafolatlangan xavfsiz ma'lumotlarni uzatishni va avtonom quvvat manbalaridan (batareyalar) tarmoq qurilmalarining uzoq muddatli ishlashini talab qiladigan ilovalarga qaratilgan . U

ko'rish chizig'i sharoitida 75 metrgacha bo'lgan masofalarda 250 Kbit / s gacha tezlikda kam quvvat sarfini va ma'lumotlarni uzatishni ta'minlaydi.

ZigBee IEEE Std 802.15.4 standartiga asoslangan bo'lib, u faqat jismoniy qatlamni va kam quvvat iste'moliga ega simsiz ma'lumotlar tarmoqlari uchun MAC o'rta kirish qatlamini tavsiflaydi (8.4-rasm). ZigBee standarti tarmoqni boshqarish jarayonlari tavsifi, qurilma mosligi va profillari hamda axborot xavfsizligini o'z ichiga oladi . Tarmoq darajasida ZigBee marshrutlash mexanizmlarini va mantiqiy tarmoq topologiyasini shakllantirishni belgilaydi.



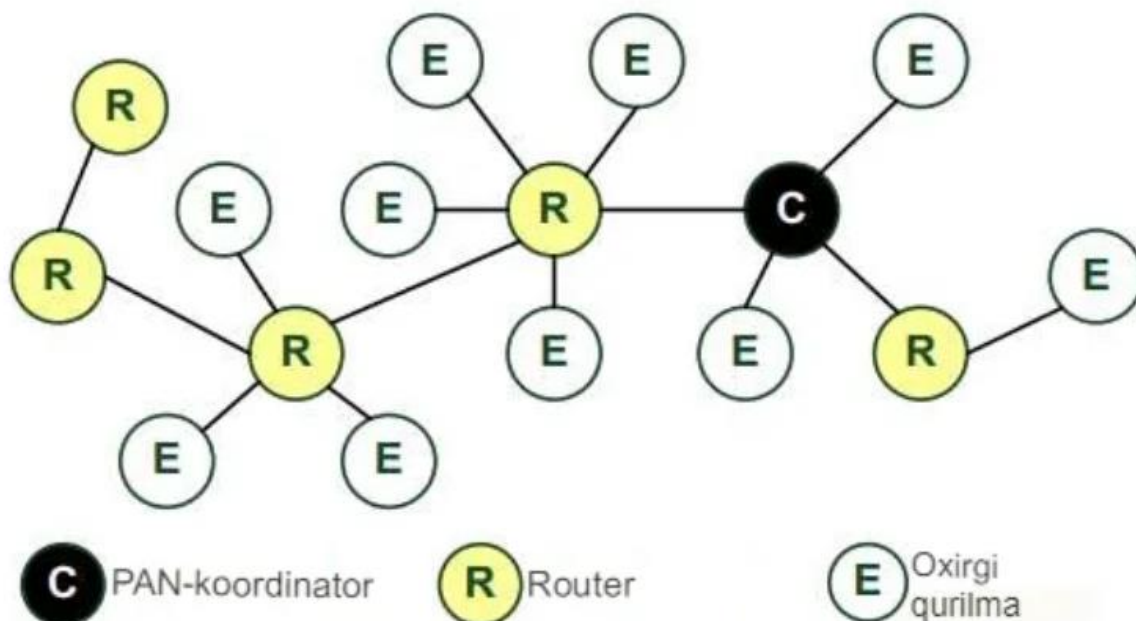
8.4 – rasm 802-15.4 va ZigBee protokollari to'plamlarining konfiguratsiyasi

ZigBee texnologiyasining asosiy xususiyati shundaki , u kam quvvat iste'moli bilan nafaqat oddiy tarmoq topologiyalarini ("nuqtadan nuqtaga", "daraxt" va "yulduzcha"), balki o'z-o'zini tartibga soluvchi va o'z-o'zidan tiklanadigan tarmoqni ham qo'llab-quvvatlaydi. (to'r) o'rni va xabar yo'naltirish bilan topologiyasi . Bundan tashqari, ZigBee spetsifikatsiyasi dastur talablari va tarmoq sharoitlariga qarab marshrutlash algoritmini tanlash imkoniyatini, dasturni standartlashtirish mexanizmini - dastur profillarini, standart klaster kutubxonasini, so'nggi nuqtalarni, ulanishlarni, moslashuvchan xavfsizlik mexanizmini o'z ichiga oladi, shuningdek, joylashtirish qulayligini ta'minlaydi. , texnik xizmat ko'rsatish va yangilash.

Simsiz sensorlar tarmog'i texnologiyasi sohasida ZigBee bozorda to'liq mos keluvchi apparat va dasturiy ta'minot bilan eng ko'p quvvatlangan standart hisoblanadi. Bunga qo'shimcha ravishda, ZigBee protokollari tarmoq qurilmalariga ko'pincha uyqu rejimida bo'lish imkonini beradi, bu esa batareyalar bilan quvvatlanganda tugunlarning ishlash muddatini sezilarli darajada oshiradi. ZigBee - ga asoslangan WSN protokollar to'plami darajasida mos keladigan va ma'lumotlarni tarmoqqa ulash, uzatish, qabul qilish va uzatish mumkin bo'lgan turli xil sensorlar uchun "qurilma profillari" yoki profillar rejimini qo'llab-quvvatlaydi. Shu bilan birga, faqat u mo'ljallangan qurilma ushbu ma'lumotni "tushunadi".

Barcha ZigBee standart qurilmalari, murakkablik darajasiga qarab, uchta sinfga bo'linadi, ularning eng yuqorisi - *koordinator* - tarmoqni shakllantirish jarayonini nazorat qiladi, uning topologiyasi haqidagi ma'lumotlarni saqlaydi va barcha WSN-dan to'plangan ma'lumotlarni uzatish uchun shlyuz bo'lib xizmat qiladi. ularni keyingi qayta ishlash uchun sensorlar. Odatda tarmoqda faqat bitta PAN koordinatori mavjud. O'rtacha murakkablikdagi qurilma - *marshrutizator* - xabarlarni uzatish, barcha tarmoq topologiyalarini qo'llab-quvvatlash, shuningdek, klaster koordinatori vazifasini bajarishga qodir. Va, nihoyat, eng oddiy tugun - *terminal qurilmasi* - faqat eng yaqin routerga ma'lumotlarni uzatishga qodir (8.5-rasm).

Shunday qilib, ZigBee standarti marshrutizatorlar yordamida klasterlangan oddiy tugunlardan tashkil topgan klaster arxitekturasiga ega tarmoqni qo'llab-quvvatlaydi. Klaster marshrutizatorlari qurilmalardan sensor ma'lumotlarini so'raydi va ularni bir-biriga o'tkazib, odatda tashqi IP tarmog'iga ulangan koordinatorga uzatadi, u erda u ma'lumotlarni to'plash va yakuniy qayta ishlash uchun yuboradi.



. 8.5 – rasm Odatda ZigBee tarmoq topologiyasi .

ZigBee tarmog'i o'z - o'zini tashkil qiladi, ya'ni barcha tugunlar ma'lumotlarni etkazib berish yo'nalishlarini mustaqil ravishda aniqlash va sozlash imkoniyatiga ega. Ma'lumotlar zanjir bo'ylab bir tugundan ikkinchisiga radio uzatgichlar yordamida uzatiladi va buning natijasida shlyuzga eng yaqin tugunlar barcha to'plangan ma'lumotlarni shlyuzga qaytaradi. Ushbu ma'lumotlar sensorli sensorlardan o'qilgan ma'lumotlarni, shuningdek, qurilmalar holati va ma'lumotlarni uzatish jarayoni natijalari haqidagi ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. Ba'zi qurilmalar ishlaymay qolsa, qayta konfiguratsiyadan keyin sensor tarmog'ining ishlashi davom etishi kerak. Simsiz tugunlar maxsus dastur nazorati ostida ishlaydi. Odatda, barcha sensorli tarmoq tugunlari ularning funksionalligi va tarmoq protokollarining bajarilishini ta'minlaydigan bir xil boshqaruv dasturidan foydalanadi.

RF4CE tashvishi (Radio Chastotasi uchun iste'molchi Electronics kompaniyasi ZigBee Alliance bilan hamkorlikda televizorlar, pristavkalar kabi iste'molchi masofadan boshqariladigan audio/video qurilmalarida foydalanish uchun standartlashtirilgan ZigBee RF4CE spetsifikatsiyasini ishlab chiqdi. va o'yin konsollari. U masofadan boshqarishning mavjud yechimlariga nisbatan bir qator afzalliklarga ega, jumladan, ko'rishdan tashqari ishlash, sichqoncha va klaviatura

funksiyalari, imo-ishoralar asosida teginish va imo-ishoralarni boshqarish, ikki tomonlama aloqa va batareyaning ishlash muddatini uzaytirish.

8.4 6LoWPAN standarti

6LoWPAN (IPv6 kam quvvatli Simsiz Shaxsiy hudud Tarmoq) kam quvvat sarfi bilan IPv6 protokolidan foydalangan holda kichik simsiz tarmoqlarning IP tarmoqlari bilan o'zaro ta'sirini ta'minlaydigan standartdir . Standart IETF tomonidan ishlab chiqilgan va RFC 4944 va RFC 4919 da tavsiflangan. Texnologiya asosan sensorli tarmoqlarni tashkil qilish va turar-joy va ofis binolarini Internet orqali boshqarish qobiliyatiga ega avtomatlashtirish uchun ishlatiladi, lekin oddiy simsiz ulanishni amalga oshirish uchun mustaqil foydalanish mumkin. sensor tarmoqlari. 6LoWPAN standartida ma'lumotlarni uzatish sub- GHz diapazonidan foydalanishni nazarda tutadi va 800 metrgacha bo'lgan masofada 50 dan 200 Kbit / s gacha uzatish tezligini ta'minlaydi.

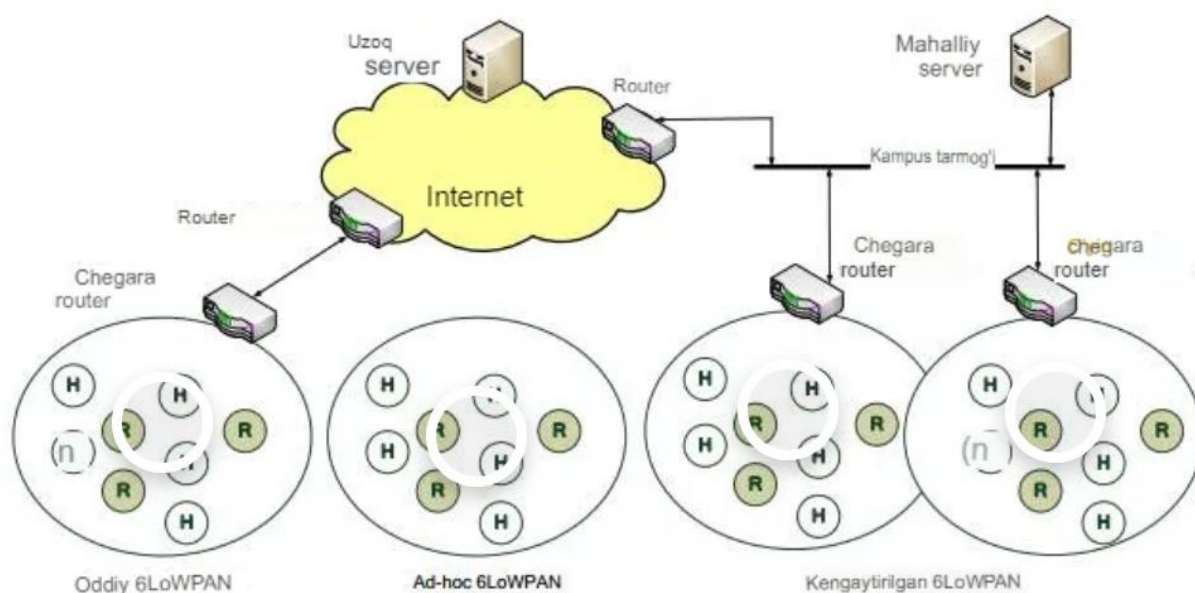
6LoWPAN tarmoqlarining arxitekturasida IP tarmoqlarining an'anaviy arxitekturasidan (maxsus kommutatsiya uskunalari, marshrutizatorlar, media-konvertorlarning mavjudligi) va simsiz ma'lumotlarni yig'ish tarmoqlarining o'rnatilgan arxitekturasidan biroz farq qiladi. WiFi tarmoqlarining arxitekturasiga unga eng yaqin , garchi undan bir qator farqlar mavjud.

Avvalo, 6LoWPAN tarmoqlari IPv6 tarmoqlarining pastki tarmoqlari, ya'ni. ular IP tarmog'ining boshqa tarmoqlari va tugunlari bilan o'zaro aloqada bo'lishlari mumkin, ammo ular tarmoq trafigi uchun tranzit emas. 6LoWPAN tarmoqlari marshrutizatorlar rolini ham o'ynashi mumkin bo'lgan tugunlardan iborat (host va router), bundan tashqari, bir yoki bir nechta chekka routerlar (chegara) routerlar). Marshrutlashda ishtirok etish tarmoq tugunining majburiy sharti emas va u ZigBee tarmoqlaridagi oxirgi qurilma yoki 6LoWPAN terminologiyasida 802.15.4 tarmoqlari uchun funksiyasi cheklangan qurilma roliga o'xshash rol o'ynashi mumkin - "*host tugun*" *H* (mezbon). 6LoWPAN tarmog'ida marshrutlash imkoniyatiga ega bo'lgan tugun marshrutizator yoki yo'riqnoma *R* (*router*) deb ataladi. Chegara marshrutizatori 6LoWPAN quyi tarmog'ining IPv6 tarmog'i bilan o'zaro ta'siri uchun javobgardir, 6LoWPAN quyi tarmog'ida ishga tushirish va marshrutlash protseduralarida ishtirok

etadi, IPv4 tarmog'iga ulanganda tashqi tarmoq bilan almashishda IPv6 sarlavhalarini siqadi / ochadi, u IPv6↔IPv4 shlyuzi rolini o'ynashi mumkin. Subtarmoq xostlari 64-bitli IPv6 prefiksini baham ko'radi, bu ham chegara routerining tarmoq manzilining bir qismidir. Tarmoq ichida manzillash uchun siz qolgan 64 bitdan (tarmoq interfeysining MAC manzili) foydalanishingiz yoki manzilni siqish va qisqartirilgan 16 bitli manzillash sxemasidan (MAC manzilining ikki baytidan pastroq) foydalanishingiz mumkin. Tarmoq manzili to'g'ridan-to'g'ri tarmoq interfeysi manzilini o'z ichiga oladi deb taxmin qilinadi, bu ARP tarmoq manzilini aniqlash protokolidan foydalanish zaruratini yo'q qiladi (Manzil Rezolyutsiya protokol).

6LoWPAN tarmoqlarining uch turi mavjud (8.6-rasm):

- ad-hoc (o'z-o'zini tashkil etuvchi, dinamik);
- oddiy 6LoWPAN tarmog'i;
- kengaytirilgan 6LoWPAN tarmog'i.



8.6 – rasm 6LoWPAN tarmoqlarining turlari (R-router, H-host).

Ad - hoc - tarmoq tashqi IP tarmog'iga aloqasi yo'q, chegara routeriga ega emas. Bu ishni tashkil qilish va tugunlar o'rtasida ma'lumotlarni uzatish uchun 6LoWPAN protokol stekidan foydalanadigan o'zini o'zi tashkil qiluvchi tarmoq.

Oddiy 6LoWPAN tarmog'i bitta chegara router yordamida boshqa IP tarmog'iga ulangan. Keng yo'riqnoma tashqi IP tarmog'iga bevosita ulangan bo'lishi mumkin

(nuqtadan nuqtaga ulanish, masalan, GPRS/3G modem) yoki kampus tarmog'ining bir qismi bo'lishi mumkin (korporativ tarmoq kabi).

Kengaytirilgan 6LoWPAN tarmog'i bir xil tarmoqqa ulangan bir nechta chekka routerlar (masalan, tashkilotning LAN) orqali tashqi IP tarmog'iga ulangan bir yoki bir nechta quyi tarmoqlardan iborat. Biroq, kengaytirilgan tarmoqdagi chekka marshrutizatorlar bir xil tarmoq prefiksini taqsimlaydi. Kengaytirilgan tarmoq tugunlari tarmoq ichida erkin harakatlanishi va har qanday chekka router orqali tashqi tarmoq bilan almashishi mumkin (odatda eng yaxshi signal sifati ko'rsatkichlariga ega marshrut tanlanadi - xato darajasi, signal kuchi).

6LoWPAN tarmog'idagi tugunlar o'rtasidagi o'zaro ta'sir, shuningdek, tashqi tugunlar bilan o'zaro aloqa an'anaviy IP tarmog'idagi kabi amalga oshiriladi. Har bir tugun o'zining noyob IPv6 manziliga ega va IPv6 paketlarini qabul qilishi va uzatishi mumkin. TCP/IP va ZigBee steklari bilan solishtirganda 6LoWPAN protokoli stekining soddalashtirilgan tuzilishi rasmda ko'rsatilgan. 5.7. Xostlar odatda ICMPv6 va UDP-ni qo'llab-quvvatlaydi. Ilova protokollari ko'pincha 6LoWPAN tarmoqlarida UDP protokoli ustida ishlashda ikkilik ma'lumotlar formatidan foydalanadi. TCP / IP stekidan farqli o'laroq, 6LoWPAN TCP transport qatlami protokolini qo'llab-quvvatlamaydi - paketlarni shakllantirishning yuqori xarajatlari va protokolning o'ziga xos xususiyatlari tufayli, bu sensorli simsiz tarmoqlarda foydalanishni sezilarli darajada murakkablashtiradi (paketni tasdiqlash va o'rnatish / uzish). tugun qabul qiluvchining tez-tez ishlashini talab qiladi va buning natijasida quvvat sarfini oshiradi).

TCP / IP			6yoshli	ZigBee
HTTP			Amaliy protokollar	
RTP			ZigBee Profillari	
TCP	UDP	ICMP	UDP	ICMP
IP			APS (ilovalarni qo'llab-quvvatlash uchun pastki darajali) NWK (tarmoq darajasi)	
Ethernet MAC			DLC (ma'lumotlar uzatish kanali darajasi)	
Ethernet PHY			IEEE802.15.4 MAC	
			IEEE802.15.4 e MAC	
			IAAA802.15.4 K bhy	
			IAAA802.15.4 BHY	

. 8.7 – rasm TCP/IP, 6LoWAPN va ZigBee protokol steklarini solishtirish .


ZigBee tarmoqlari singari , 6LoWPAN tarmoqlari ham o'z-o'zini tashkil qiladi. Buning uchun standart IPv6 tarmoq usullari qo'llaniladi. Belgilangan stek parametrlari asosida tarmoqdagi tugunlar orasidagi ulanishlarning optimal topologiyasi avtomatik tarzda o'rnatiladi.

Optimal marshrutlar ko'rsatkichlar asosida aniqlanadi. ZigBee standartlaridan farqli o'laroq, 6LoWPAN standartlashtirishni dastur darajasiga qadar kengaytiradi, shu bilan birga kichik simsiz tugunlarni IP tarmog'iga integratsiyalash muammolarini hal qiladi .

6LoWPAN stekining maqsadli ilovalari IP tarmoqlariga (internet, intranet yoki ekstranet) ulanishi bo'lgan juda katta, kengaytiriladigan tarmoqlarni o'z ichiga oladi. Yaxshi miqyoslash, potentsial shaffof boshqaruv va tugunlarga oson kirishga qaramay, 6LoWPAN barcha ilovalar uchun mos emas. Xususan, protokollar stek standartining joriy versiyasi ma'lumotlarni to'g'ri uzatish uchun routerlarning doimiy faol bo'lishini talab qiladi, bu simsiz sensor tarmoqlarida qiyin. Shunga qaramay, bu xususiyat oxirgi qurilmada 6LoWPAN stek egallagan flesh xotira hajmini minimallashtirish va natijada tarmoq protsessorining narxini minimallashtirish imkonini beradi.

6LoWPAN standartini qo'llashning asosiy yo'nalishlari:

- aqlli buxgalteriya tizimlari;
- ko'cha yoritgichlarini boshqarish;
- sanoatni avtomatlashtirish;
- logistika tizimlari, tovarlar yoki inventarlarni kuzatish;
- tijorat xavfsizlik tizimlari, kirishni boshqarish va boshqarish tizimlari;
- ba'zi harbiy ilovalar.

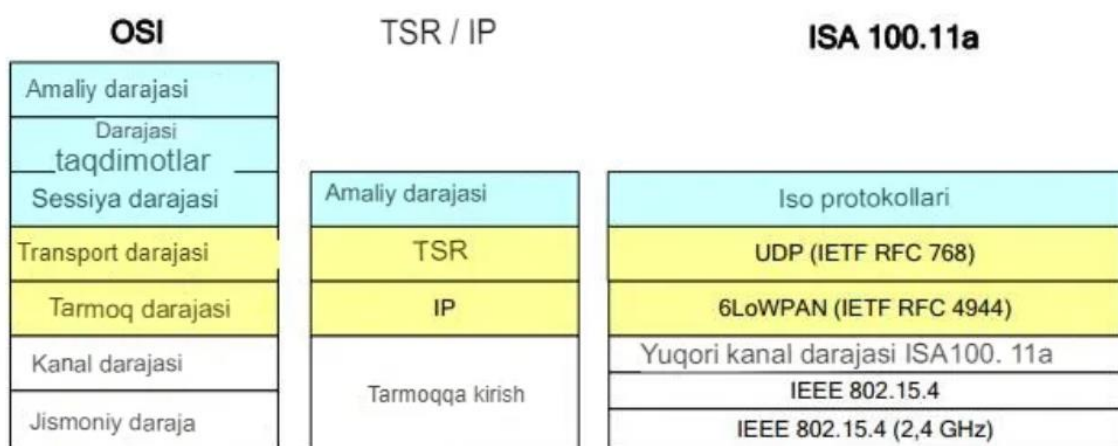
Communication Foundation tomonidan
ishlab chiqilgan simsiz aloqa liniyasi orqali ma'lumotlarni uzatish protokoli Simsiz
muhitda HART xabarlarini ko'rinishida ma'lumotlarni uzatish uchun asos . Asl simli
HART aloqa protokoli ikki simli 4-20 mA liniya orqali raqamli ravishda uzatiladigan
oddiy so'rov-javob buyruqlarining kengaytirilgan to'plamiga asoslangan dala sensorlari
bilan aloqa qilish uchun mo'ljallangan (5.8-rasm). Uning WirelessHART varianti 2,4
gigagertsli diapazonda ma'lumot uzatish tezligida 200 m gacha (ko'rish chizig'i)

masofada 250 kbps gacha ma'lumotlarni uzatish tezligini ta'minlaydi . WirelessHART Xalqaro Elektrotexnika Komissiyasi (IEC) tomonidan IEC 62591 bo'yicha sanoat avtomatlashtirish simsiz aloqa uchun birinchi xalqaro standart sifatida tasdiqlangan.

WirelessHART tarmog'ining joylashuvi qurilmalarni qo'shish va ko'chirishni ham osonlashtiradi. Qurilma tarmoqdagi boshqa qurilmalar oralig'ida bo'lganda ham doimo ulangan bo'lib qoladi.

Turli xil dastur sharoitlari uchun moslashuvchanlikni ta'minlash uchun WirelessHART standarti bir nechta aloqa rejimlarini qo'llab-quvvatlaydi, jumladan, jarayon va boshqaruv qiymatlarini bir yo'nalishda nashr etish, lahzali istisnolar haqida bildirishnoma, maxsus so'rov/javob va avtomatik segmentlangan katta ma'lumotlar to'plamini uzatish. Bu imkoniyatlar sizga aloqani biznes ehtiyojlaringizga moslashtirish, quvvat sarfini va qo'shimcha xarajatlarni kamaytirish imkonini beradi.

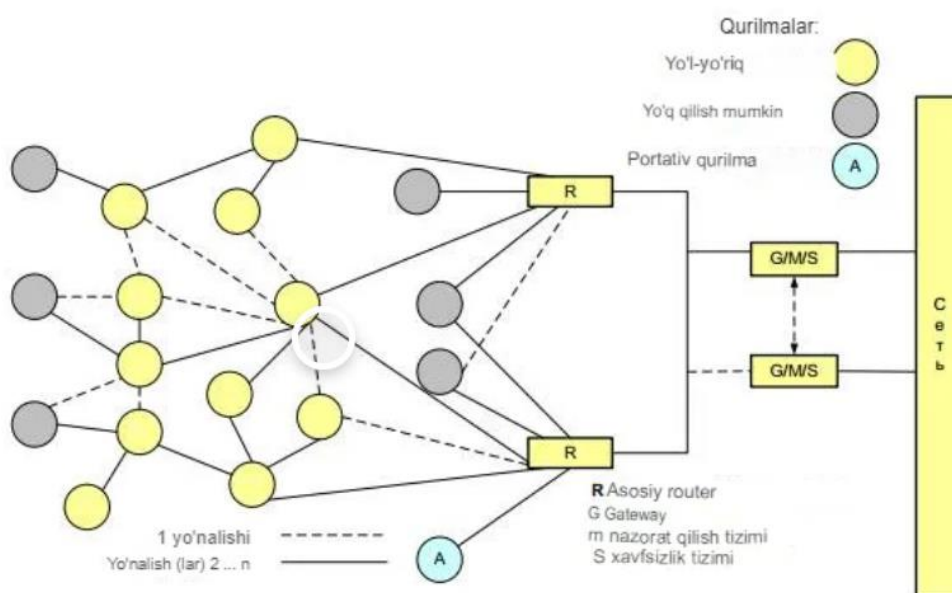
ISA100.11a - sanoat sensor tarmoqlari, sensor tarmoqlari va aktuatorlarni tashkil qilish uchun standart. Standart Xalqaro avtomatlashtirish jamiyati (ISA) tomonidan ishlab chiqilgan Jamiyat ning Avtomatlashtirish) va IEC tomonidan ommaviy spetsifikatsiya sifatida tasdiqlangan. Spetsifikatsiya hozirda standart sifatida tasdiqlanish bosqichida. Sanoat ma'lumotlarini uzatish kam quvvatli elementlardan foydalangan holda past tezlikda simsiz aloqadan foydalanadi. Ma'lumotlar almashinuvi 2,4 gigagertsli chastotada va taxminan 250 kbps tezlikda amalga oshiriladi. ISA100.11a arxitekturasini, WirelessHART protokolidagi kabi, IEEE 802.15.4-2006 standartiga asoslangan (8.8-rasm).



Guruch. 8.8 - OSI, TCP/IP va ISA100.11a protokol steklarini solishtirish.

ISA100.11a simsiz tarmog'i quyidagi komponentlarni o'z ichiga oladi (8.11-rasm):

- router funksiyasiga ega dala qurilmasi;
- router funktsiyasi bo'lmagan dala qurilmasi;
- magistral router;
- Gateway;
- tizim menejeri;
- xavfsizlik menejeri.



8.9 - rasm ISA 100.11a va WirelessHart standartlari protokol steklarini solishtirish

Har ikkala standart o'zlarining so'nggi versiyalarida Elektron qurilma tavsifi tilini qo'llab-quvvatlaydi EDDL (Elektron qurilma Tavsif Til) turli ishlab chiqaruvchilarning dala qurilmalarining mosligini ta'minlash.

Nazorat savollari.

1. Narsalar internetida foydalaniladigan telekommunikatsiya tarmoqlari qamrov zonasi bo'yicha qanday tasniflanadi?
2. IoT da qanday qisqa masofali simsiz tarmoqlar qo'llaniladi ?

3. IEEE Std 802.15.4 standartining xususiyatlarini belgilang.
4. Std 802.15.4 standartida tarmoq tugunlarining qanday turlari belgilangan ?
5. ZigBee standartining maqsadi nima ? Uning asosiy xususiyatini ayting.
6. ZigBee standarti asosida tarmoqqa qanday qurilmalar kiritilgan ?
7. 6LoWAPN standarti qanday maqsadda ishlab chiqilgan?
8. TCP/IP, 6LoWAPN va ZigBee protokol steklarini solishtiring .
9. WirelessHART va ISA100.11a sanoat simsiz tarmoqlari o'rtasidagi o'xshashlik va farqlar qanday?
10. Z-wave standartining o'ziga xos xususiyati nimada ?
11. Bluetooth standartining asosiy farqi nimada Past Boshqa sensorli tarmoq texnologiyalaridan energiya (BLE)?
12. IEEE 802.11 oilasiga qanday standartlar kiradi? Ularning bir-biridan farqi nimada?
13. DECT ULE standarti nima maqsadda yaratilgan?
14. IoT va M2M xizmatlarini amalga oshirish kontekstida qanday funktsiyalarni amalga oshiradi ?