

VONATBEFOLYÁSOLÁS

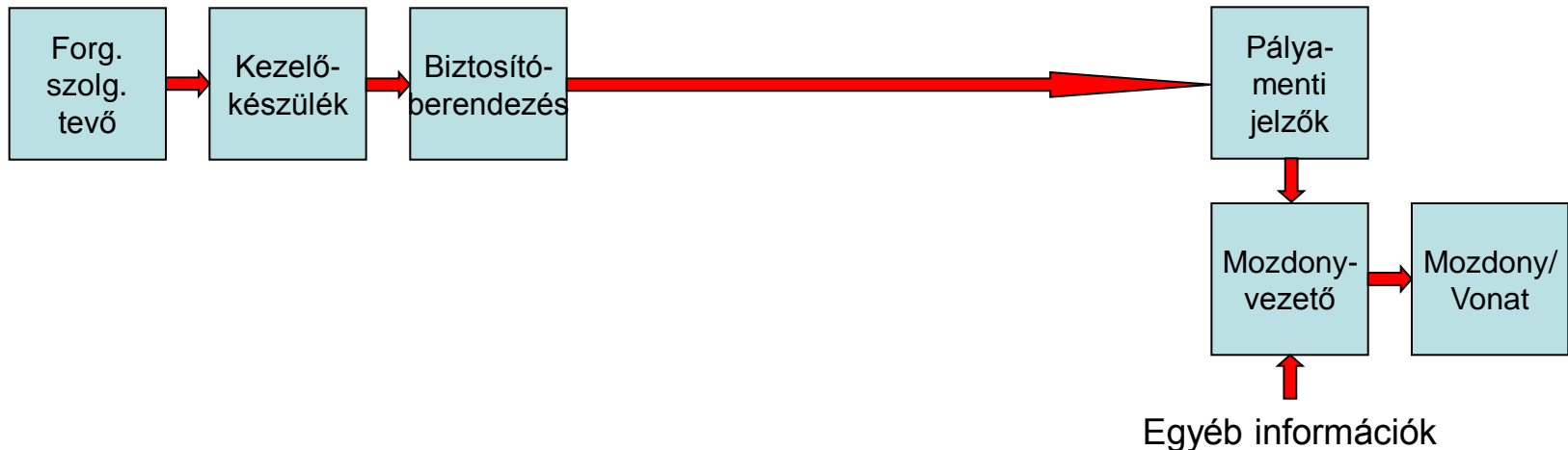
Vasúti irányító és kommunikációs rendszerek II.

BME Közlekedésautomatikai Tanszék
Tarnai Géza

Vonatbefolyásolás

- Alapvető feladatok és szintek
- Információátviteli eljárások
- Járművek helymeghatározása
- Pontszerű vonatbefolyásolás
- Folyamatos vonatbefolyásolás
- Egységes Európai Vonatbefolyásoló Rendszer (ETCS)

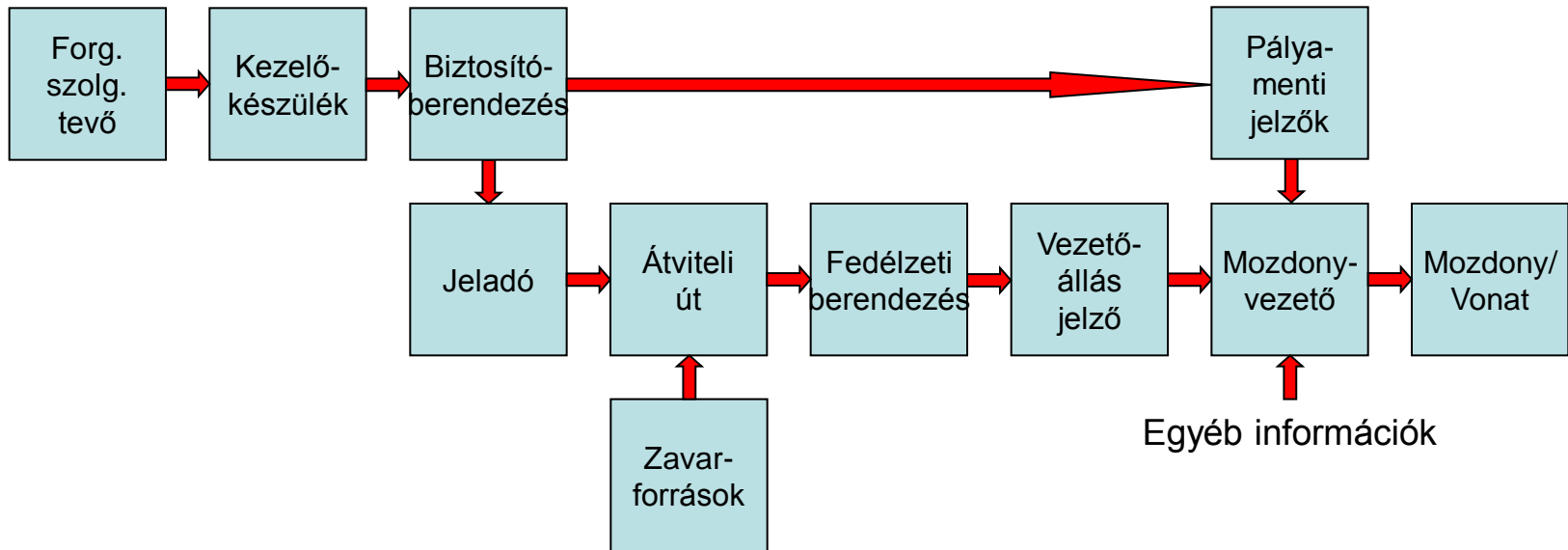
Hagyományos sebességszabályozás

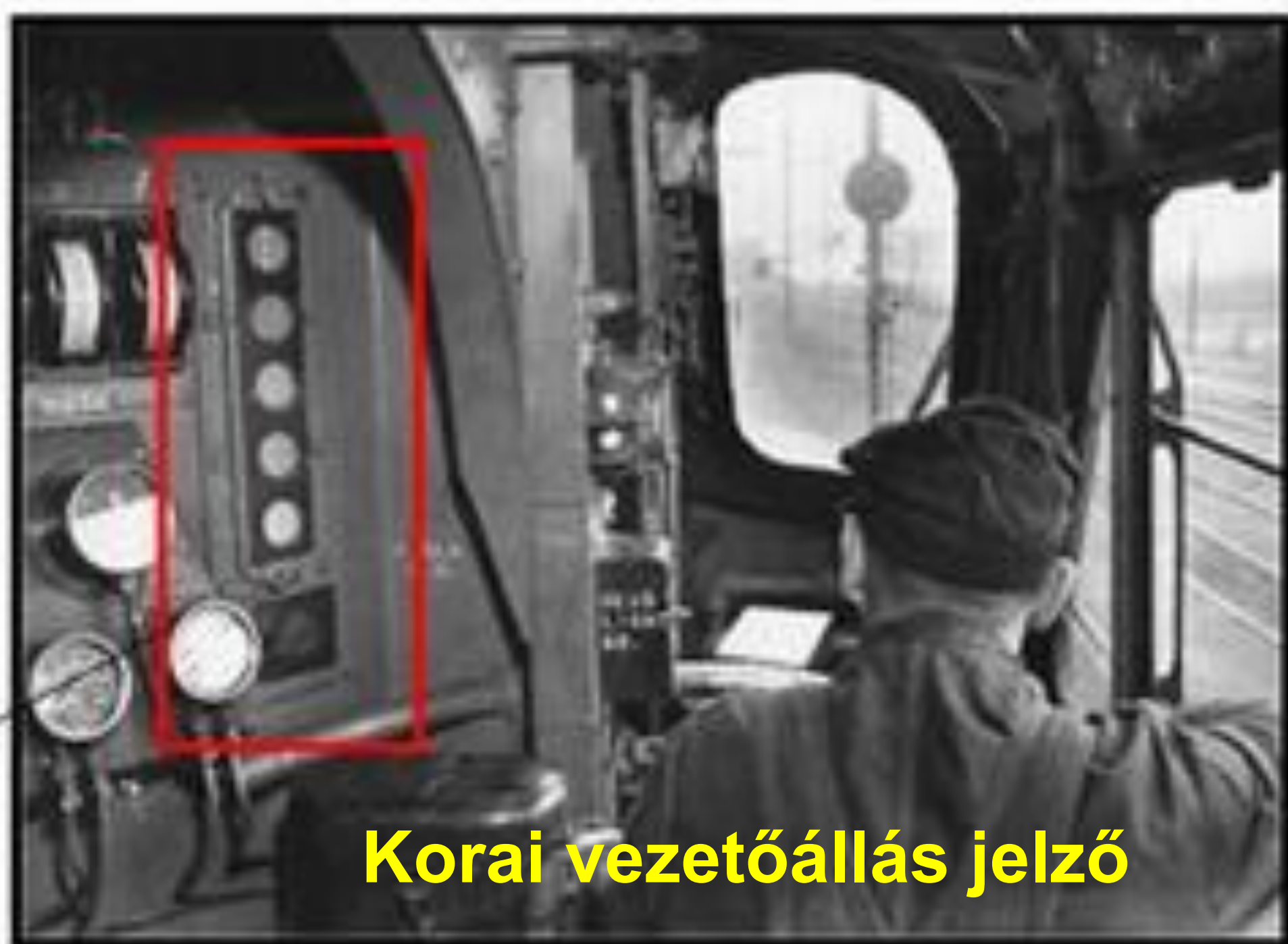


Megengedett sebesség

a vonalra megengedett
a járművekre megengedett
a pályamenti jelzők, illetve a lassújelek által előírt

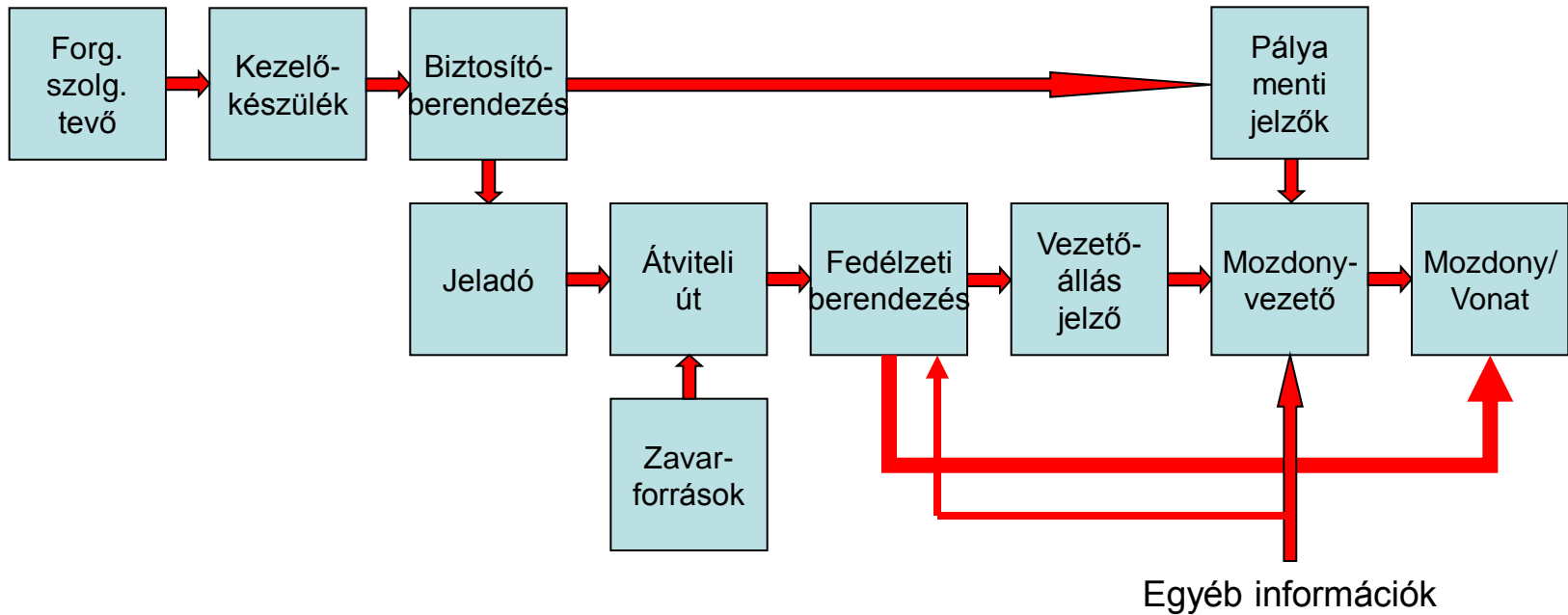
Vezetőállásjelzés





Korai vezetőállás jelző

Vonatbefolyásolás



Alapvető feladatok és szintek

- Feladatok
 - éberségellenőrzés
 - információ a megengedett sebességről a járművön (jelzésismétlés)
 - sebességellenőrzés/-összehasonlítás
 - a mozdonyvezető vezetési módjának korrekciója
 - a megengedett sebesség túllépésekor kényszerfékezés kiváltása
 - regisztrálás (fekete doboz)
- Szintek
 - vonatmegállító rendszerek – a „megállj” jelző meghaladásának megakadályozása (ATP)
 - dinamikus sebességprofil betartatása (ATC)
 - fontos előfeltétel a céltávolság ismerete
 - önműködő vonatvezetés (ATO)

Információátviteli eljárások

Pontszerű jelátvitel

- Információátvitel csak diszkrét pontokban
 - alapvetően: elő- és főjelzőknél
 - kiegészítő jelleggel: útátjáróknál, sebességellenőrző pontoknál
- Előny: nagyfokú biztonságnövekedés, relative csekély ráfordítással
- Probléma: két információátviteli pont között a jármű nem kap információt a jelzési kép megváltozásáról, így eltér a helyhez kötött jelző és a vezetőállás-jelző jelzése
 - üzemhátráltató (pl. vörösről zöldre váltásnál)
 - üzemveszélyes (pl. zöldről vörösre váltásnál)
- Megoldás: kitöltő (infill) információ
 - jelfeladás 1-2 közbenső diszkrét információátviteli ponton is
 - a főjelző előtt bizonyos hosszon folyamatos jelfeladás
 - sugárzó kábellel
 - rádiós átvitelrel

Pontszerű átviteli eljárások (1)

- Mechanikus jelátvitel
 - inkább csak vonatmegállító funkció – főleg városi, elővárosi közl.
(pl. Fahrsperre, budapesti metro)
- elektromechanikus (pl. Crocodile)
- állandó mágneses (pl. Integra, Siemens)
 - állandó mágnes a pályán
 - szabad jelzőnél legerjesztéssel hatástalanítható
 - a fedélzeten fegyverzet - impulzusadó
 - hátrányok:
 - a legerjesztő tekercs energiát igényel
 - kis információmennyiség (1 bit)
 - csak vonatmegállításra (főleg városi, elővárosi közl.)

A Crocodile rendszer jeladója

1872

35 000 km



Pontszerű átviteli eljárások (2)

- Induktív jelátvitel (pl. Indusi)
 - a **pályán** passzív rezgőkörök (pályamágnesek)
 - szabad jelzőnél hatástalanítva
 - a **járművön** több aktív rezgőkör (különböző frekvenciák)
 - rezgőköri induktivitások - járműmágnes
 - a hatásos pályamágnes energiát szív el a járműkörből
 - a megfelelő impulzusjelfogó elejt
 - megfelelő védelmi reakció indul
 - **alapprobléma**: pályamágnes-hiba nem észlelhető!!!

INDUSI pályamágnes

1926

75 000 km



Indusi mágnes + teng.számláló érzékelő



Pontszerű átviteli eljárások (3)

- Adatátvitel transzponderekkel (pl. ZUB, ETCS)
 - transzponder elv:
 - nincs szükség energiaellátásra
 - energiasugárzás a járműről
 - adattávirat felküldése a járműre
 - 1 bites információ helyett táviratok
 - részletesebb sebességinformáció
 - a következő adatátviteli pont távolsága
 - távolságmérés kerékjeladóval
 - a következő jeladó hiánya, hibája esetén kényszerfékezés

Balíz és mozdonyantenna



Folyamatos jelátvitel

- Információátvitel a pálya teljes hosszában folyamatos
- Információátviteli lehetőségek
 - sínáramkör (pl. 75 Hz ütemezett)
 - Sugárzókábel (pl. LZB)
 - rádiós átvitel (pl. ETCS L2)
- Előnyök
 - a sebességinformáció megváltozása azonnal megjelenik a fedélzeten, ezért nincs sem üzemhátráltatás, sem –veszélyeztetés
 - az információátvitel kiesése azonnal detektálódik
- Különösen alkalmas
 - nagysebességű rendszereknél
 - automatizált rendszereknél (automatikus vonatvezetés)
- Hátrány a viszonylag magas költség

Járművek helymeghatározása

- Alapfeladat
 - célfékezés a fix célponthoz (pl. jelzőhöz)
- Célfékezés az elől haladó vonat végéhez (közlekedés mozgó térközben)
 - az elől haladó vonat jelenlétén kívül szükséges ismerni a vonat hosszát és végének helyét
- Célfékezés pontos megállással (peronnál)
 - finom helymeghatározás
- Odometer (egy fix ponttól megtett út)
 - kerékjeladók – mérési hiba kerékcsúszásnál/-köszörülésnél
 - radar érzékelők – csak egy alsó sebességhatár fölött
- A megtett út mérését fix pontokban triggerelik (helymegjelölő információ átvitele a járműre)
 - balízek
 - sugárzókábel keresztezések
 - sínáramköri szakaszhatárok

Pontszerű vonatbefolyásolás

Követelmények

INDUSI 3 frekvenciás rendszer

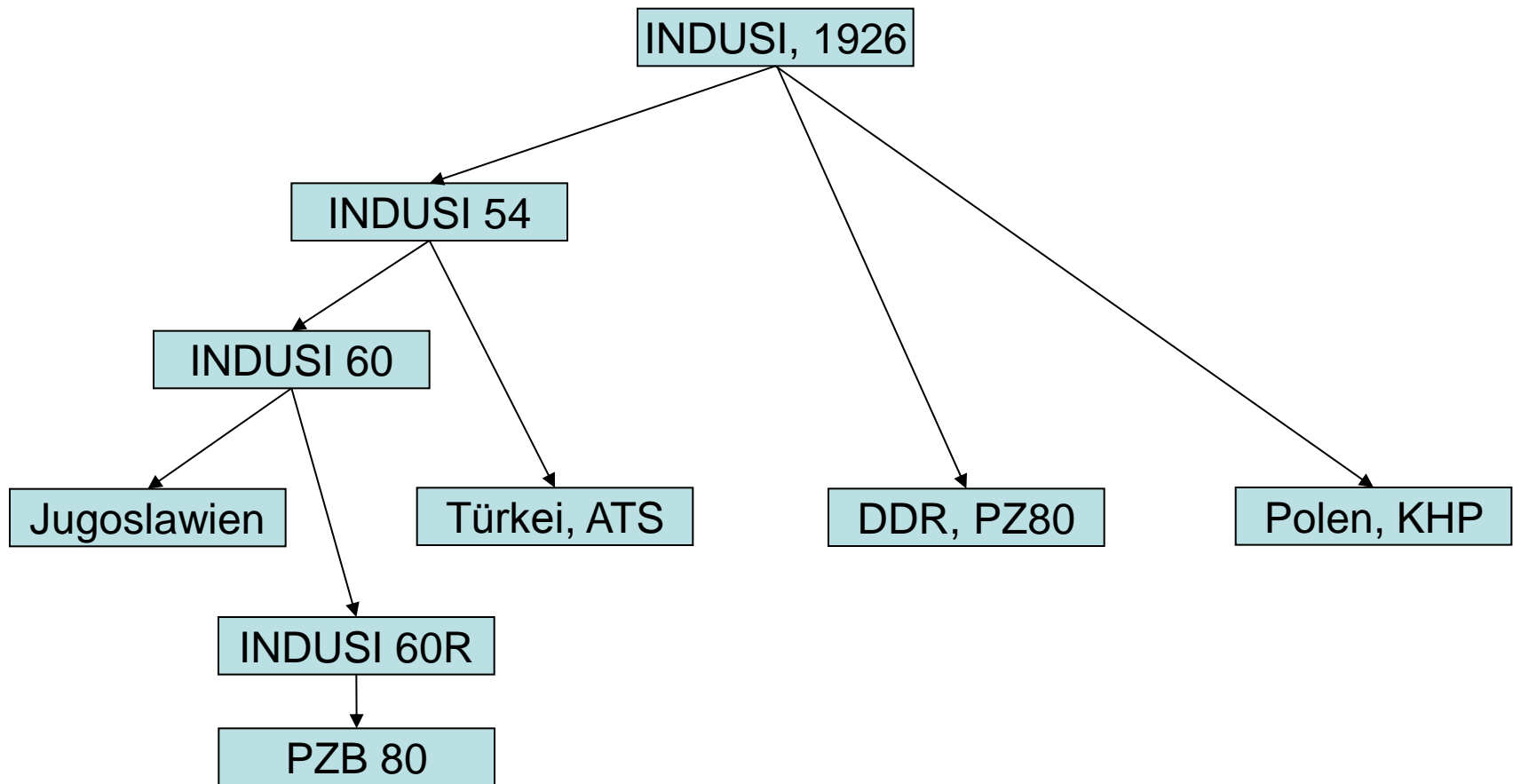
PZB 90

Pontszerű, nagyfrekvenciás adatátviteli rendszerek

Követelmények

- Kényszerfékezés
 - a megengedett sebesség túllépésekor
- Éberségellenőrzés és kényszerfékezés
 - a megengedett sebesség túllépésének veszélye (a mozdonyvezető elégtelen figyelme) esetén
- Kényszerfékezés
 - a vonat a jelző mögött legkésőbb a megcsúszási távolságon belül álljon meg
- Szükség (kisegítő) kezelés
 - a „Megállj!”-ra álló jelző melletti elhaladás érdekében
- Regisztrálás
 - biztonsági felelősségű kezelések
 - Fontos információk a járműmozgásról

Az INDUSI családfája



INDUSI 3 frekvenciás rendszer (1)

- 500, 1000 és 2000 Hz
- Egy adatpontnál csak egy információt (1 bit) visz át
- Csak pálya-jármű irányú információátvitel
- A sebességellenőrző programot meghatározza, hogy
 - nincs céltávolság információ (fixen 1000 m-t feltételez)
 - nincs sebesség információ, csak fékezni/nem fékezni
- előjelző meghaladás (1000 Hz) után éberségellenőrzés
- nyugtázás elmaradása: kényszerfékezés
- egy későbbi ponton az elegendő sebességcsökkentés ellenőrzése - túl nagy sebesség: kényszerfékezés
- nem biztos, hogy a vonat időben megállítható!!!
- 500 Hz-nél újabb sebességellenőrzés vagy feloldás
- újabb fedélzeti rendszereknél folyamatos sebességellenőrzés (sebességnövelés ellen)

INDUSI 3 frekvenciás rendszer (2)

- Járműberendezés
 - Járműmágnes (aktív rezgőkör) 500, 1000 és 2000 Hz
 - Generátor
 - Impulzusjelfogók
- Adatpontok
 - Pályamágnesek (passzív rezgőkör)
 - 500 Hz
 - 1000 Hz
 - 2000 Hz
 - 1000/2000 Hz
 - Vezérlő kontaktus (hatástalanítja a rezgőkört)

INDUSI 3 frekvenciás rendszer (3)

- **1000 Hz** mágnes a fékezés kezdőpontjánál
 - előjelzők (alakjelzők is!)
 - előjelzést is adó főjelzők
 - útátjárók ellenőrző jelzői előtt
- A fékezés megkezdésének és végrehajtásának kikényszerítése
 - éberségellenőrzés
 - legkésőbb 4 másodperccel az adatpont meghaladása után, ha az éberségellenőrző gombot nem kezelik
 - vonattípustól függő sebességellenőrzés (pl. 95 km/h 20 s után) – **egyszerű időfüggő ellenőrzés kb. 700 m-ig**

INDUSI 3 frekvenciás rendszer (4)

- **500 Hz** mágnes
 - 150 ... 200 m-re a főjelző előtt
 - biztosítja, hogy a jelző mögötti védőszakaszt ne haladja meg a vonat
 - ellenőrzi egy előre megadott vizsgálósebesség (pl. 65 km/h) betartását
- **2000 Hz** mágnes
 - közvetlen kényszerfékezés (abszolút „Fahrsperre”)
 - ez speciális kapcsolóval kiiktatható
 - lehetővé teszi a „Megállj!” állású jelző melletti elhaladást

PZB 90 (1)

- A 3 frekvenciás Indusi rendszer processzoros változata
- A jelzótávolság nagyobb is lehet, mint 1000 m
- Fontos biztonsági és üzemi bővülések
 - „Megállj!”-ra álló jelzőnél való továbbhaladás akadályozása
 - Feloldó gomb az üzem akadályoztatásának elkerülésére
 - > 60 km/h sebességre történő jelzési kép váltás esetén, az 1000 Hz-es mágnes után számított 700 m-től a sebességellenőrzés feloldható
 - A jogtalan kezelés az 500Hz-es mágnesnél nem feloldható kényszerfékezést vált ki
 - A vonat maximális sebességének ellenőrzése

PZB 90 (2)

- Továbbhaladás „Megállj!”-ra álló jelzőnél – **biztonsági „lyuk”**
 - az éberségellenőrző gomb kezelése ellenére egy vonat megnövelt sebességgel meghaladja a főjelzőt és a védő (megcsúszási) távolságot
 - Megállás után meghaladja egy vonat a főjelzőt, és behalad a biztosítatlan körzetbe
- Szoftver alapú sebességellenőrző program esetén – **nincs biztonsági „lyuk”**
 - a sebességellenőrzést 1250 m-ig kiterjesztették
 - azoknak a vonatoknak a sebességét, amelyek a 10 km/h „átkapcsolási” sebességnél 15 s ideig lassabban haladnak vagy megállnak, ellenőrzöten 45 km/h értékre korlátozzák

Az Indusi rendszer értékelése

- A mozdonyvezető biztonságot veszélyeztető hibáinak feltárása
- A kényszerfékezés révén a vonat legkésőbb a megcsúszási távolságon belül megáll
- A járműberendezés **nyugalmi áramú** elven dolgozik
 - automatikus hibafeltárás
- Információátvitel **munkaáramú** elven
 - a pályamágnes hiánya vagy hibás működése automatikusan nem ismerhető fel
 - biztonságilag fontos ellenőrző információk detektálatlanul elveszhetnek

Nagyfrekvenciás pontszerű adatátviteli rendszerek

- A 3 frekvenciás rendszer koncepcionális hátrányainak kiküszöbölése nagyobb információmennyiség átvitele révén
 - adatok a fékezés kezdeti pontjának meghatározásához és a fékgörbe számításához (üzemi fékezés)
 - célsebesség
 - céltávolság
 - normál fékút
 - a vonal lejtviszonyai
 - az adatátviteli pontok helyének egzakt megadása
 - a következő adatátviteli pont helyének megadása
 - **ellenőrzött munkaáramú elv** az adatátvitelhez
- Adatátviteli pontok (csatoló elemek, balízkok) a pályán

ZUB 120

- 50 kHz – ellenőrző jel lekérdezés
- 100 kHz – energiaátvitel
- 850 kHz – adatátvitel
 - kétirányú
 - időmultiplex
 - max. távirathossz 96 bit
 - kódbiztosítás: ciklikus kód
- Jármű berendezés változatok
 - 2v2 rendszer – biztosítóberendezési szintű biztonság ZUB 122
 - 2v3 rendszer – többlet: magasabb rendelkezésre állás ZUB 123

Pontszerű adatátvitel (1)

- Előnyök (példa: ZUB 120)
 - Hiányzó/hibás adatátviteli pont helyének meghatározása
 - azonnali hibafeltárás/-reakció
 - 350 km/h sebességig alkalmazható
 - a több térközszakaszon keresztül megvalósított fékezés műszakilag biztonságos ellenőrzése
 - átvitel
 - célkoordináták
 - vonali lejtviszonyok
 - figyelembe veszi
 - a vonat hosszát
 - a fékezési adottságokat

Pontszerű adatátvitel (2)

- További előnyök
 - a meglévő jelzési rendszerhez illeszthető, a jelzők áthelyezése, ill. a jelzőtávolságok megváltoztatása nélkül
 - lassan bejárandó helyek és munkacsapatok biztosítása a sebességellenőrzésbe való bevonással
 - jármű – pálya irányú információátvitellel vezérlő parancsok kiadása a vonat által vezérelt, automatizált üzemvitel számára; pl.
 - „indulásra kész” jelzés adása
 - vágányútbeállítás/jelzőállítás megfelelő időben

Pontszerű rendszerek ETCS elemekkel

- ZSI 27
 - Siemens Schweiz
 - EURO-Balise u. EURO-Loop (balíz és hurok)
- ZUB 242/262
 - a ZUB 120 ETCS előírásoknak megfelelő változata
- ZBS
 - Berliner S-Bahn
 - a mechanikus „Fahrsperre” kiváltása

Folyamatos vonatbefolyásolás

Követelmények

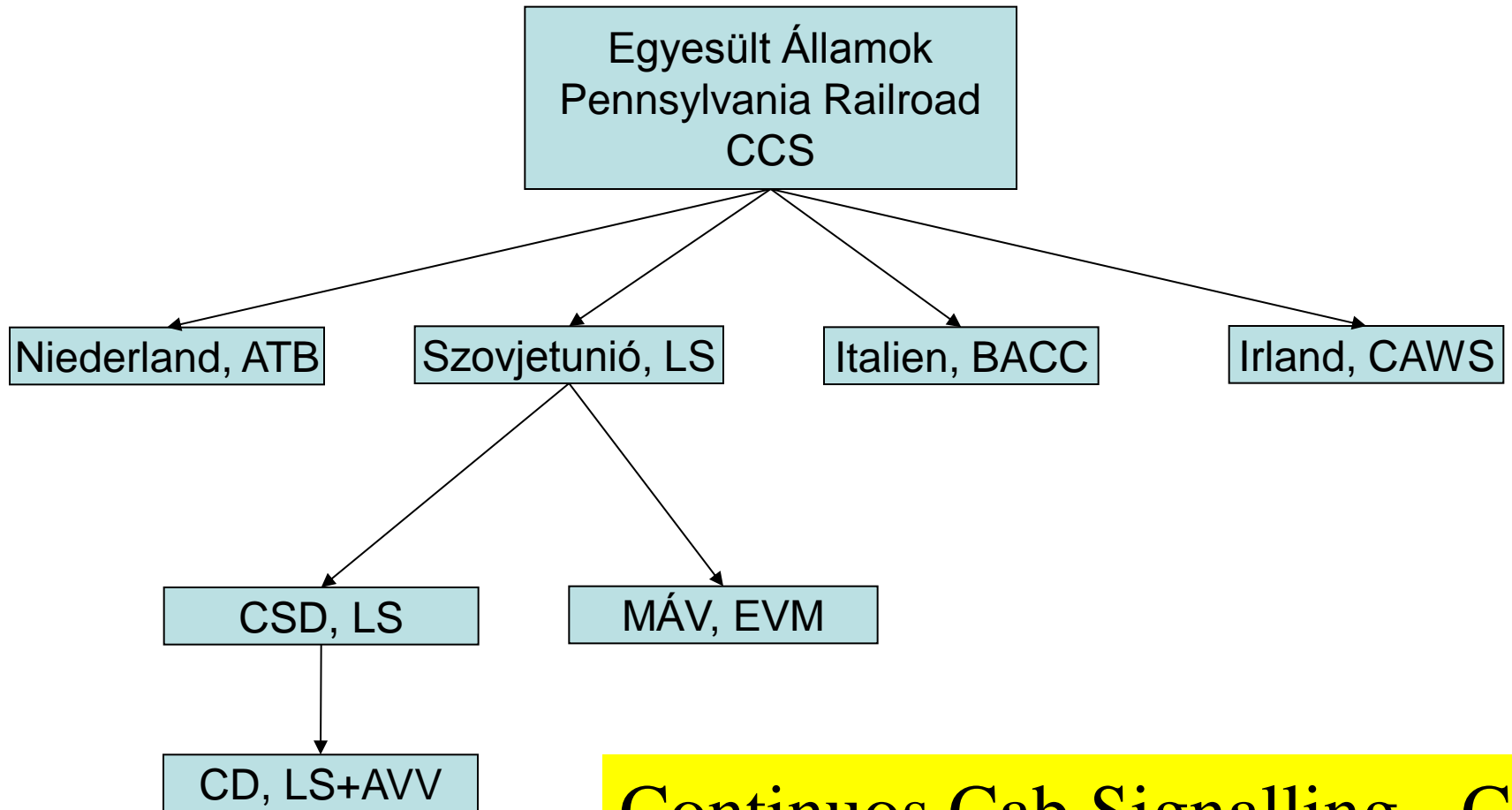
Vezetőállásjelzés

Rendszerkialakítás

Decentralizált rendszerek

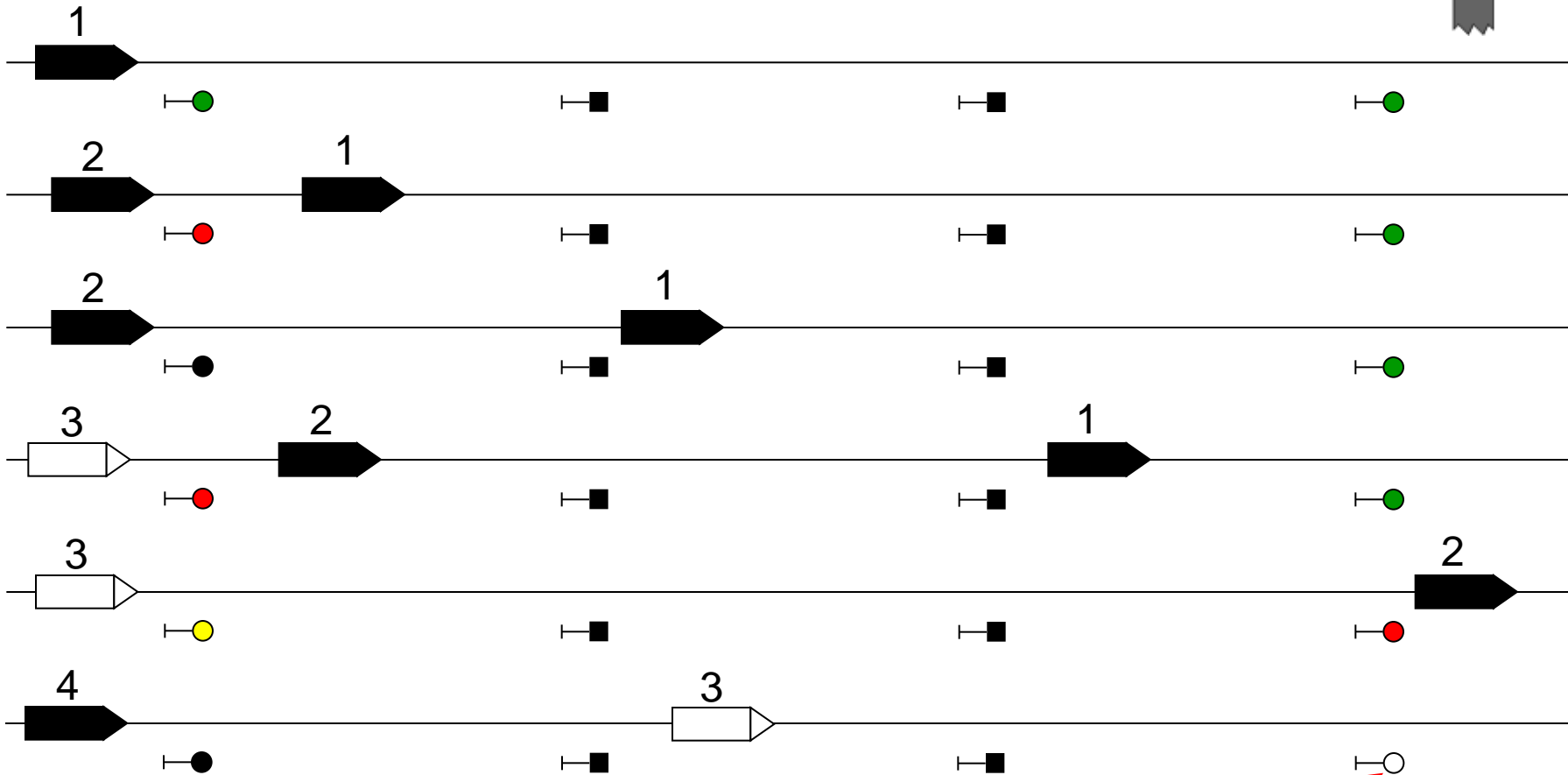
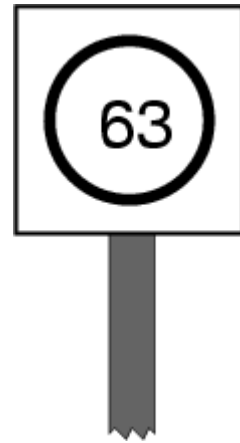
Centralizált rendszerek

A CCS rendszerek családfája



Continuous Cab Signalling - CCS

LZB-Block



2010. április

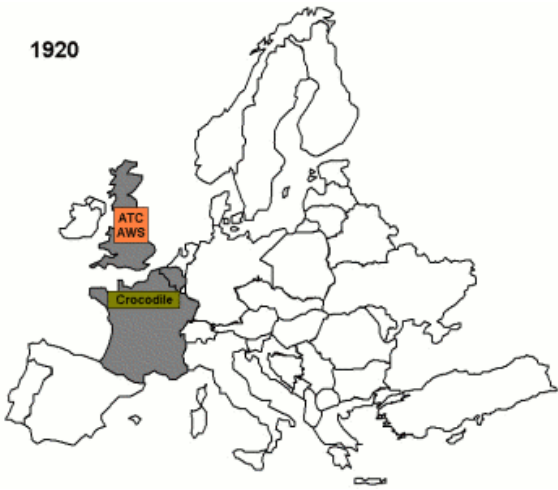
Vonatbefolyásolás

Rot, gelb oder grün

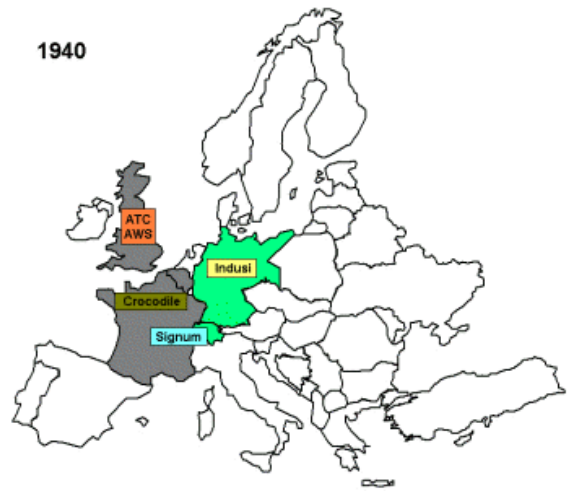
36

Verbreitung der ZB-Systeme in Europa

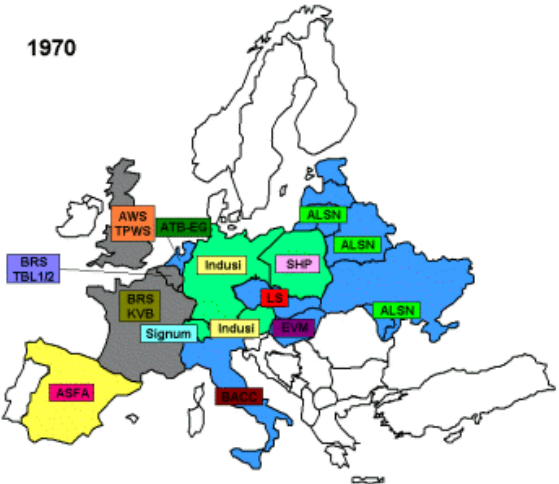
1920



1940



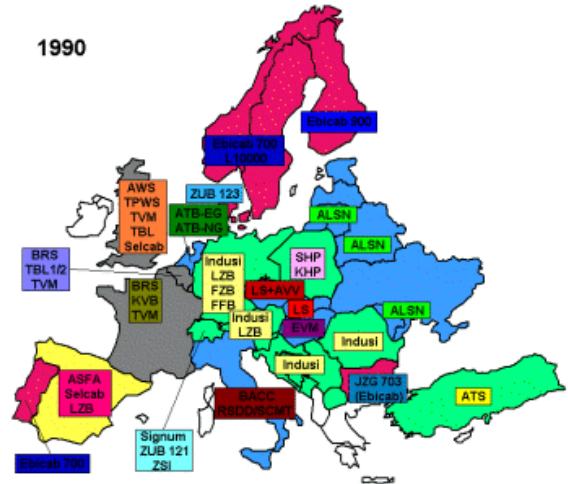
1970



2010

Vonatbefolyásolás

1990



37

Vielfältigkeit der ZB-Systeme



„B” osztályú vonatbefolyásoló rendszerek

- CCS TSI „A” melléklet
- www.era.europa.eu
- ETCS Dokumentumok strukturája