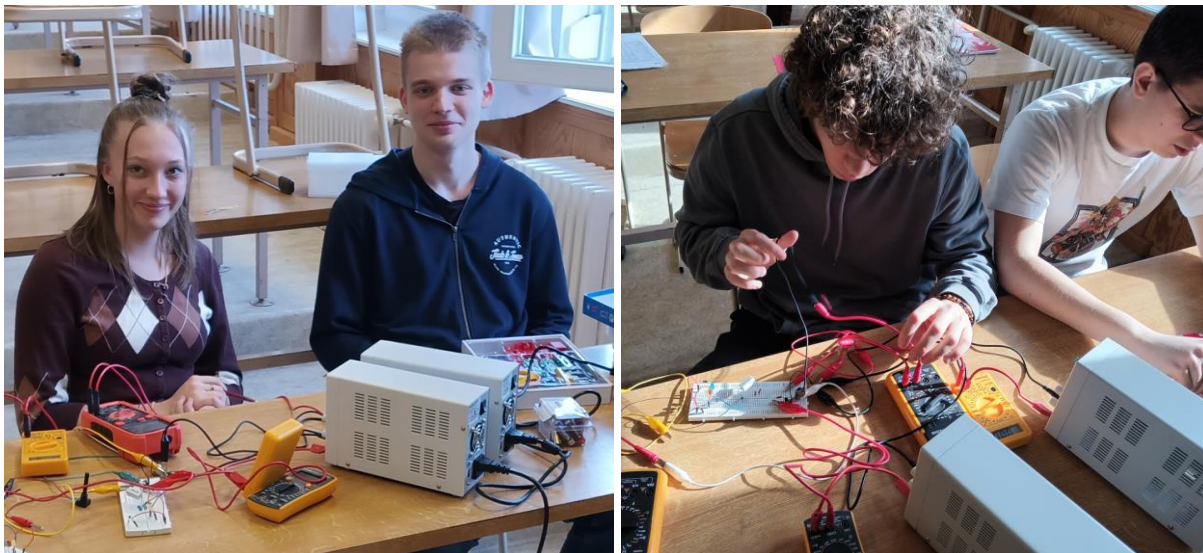


7. Időpont: 2024. március 14. 16:00-19:00 , 4 óra foglalkozás

Hely: Baár-Madas Református Gimnázium Budapest Lorántffy Zsuzsanna u. 3.

A foglalkozás két nap történt, mert nem mindenki tudott a megszokott csütörtökön mérni.



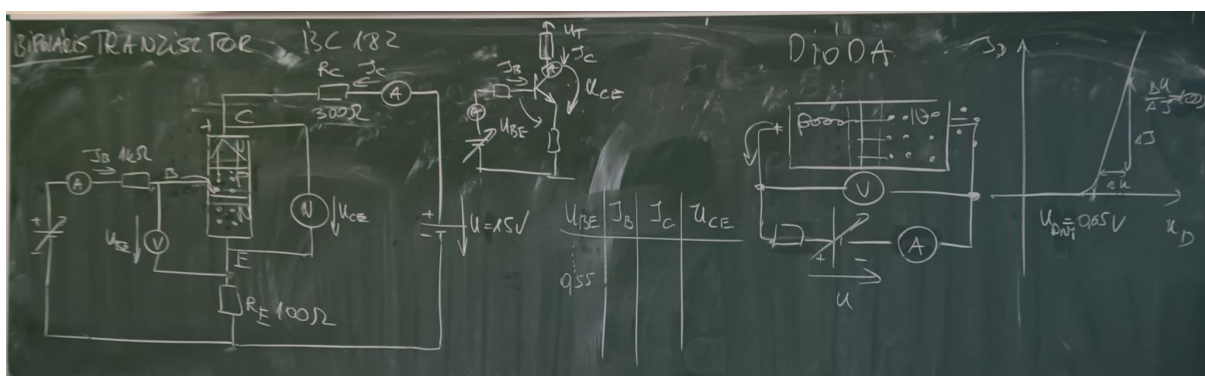
Ezen a foglalkozáson a félvezető fizika következő alkatelemét, a háromrétegű szennyezett félvezető eszközt, a tranzisztort. Technikai szempontból a működése az elektroncsövek erősítő és kapcsoló üzemmódjával azonos. Óriás előnye a jelentős méretcsökkenés és a működtetéshez szükséges kis feszültség. Míg az elektroncsövek működtetéséhez több száz volt szükséges, addig a tranzisztorokéhoz elegendő néhány volt.



Az elektroncsövek képén jól látható a vákuumcső bonyolultsága az egyszerű tranzisztorhoz képest. A méretkülönbség mellett az árkülönbség is hasonló arányú. A még kapható elektroncsövek 1000-10000 Ft, a tranzisztorok 10 Ft nagyságrendűek. A mi méréseinkben is egy ilyen kis költségű tranzisztort alkalmaztunk.

Még egy nagyon fontos és nem elhanyagolható különbség az, hogy az elektroncsövek katódjából az elektronok kilépjenek, ahhoz a katódot izzásba kell hozni. Tehát jelentős fűtés teljesítmény plusz kell a működtetéshez. Ennek ellenére van olyan erősítési szegmens, például a professzionális hangerősítők, ahol az elektroncsöves erősítőket a nagyon kicsi járulékos zajhatás miatt használják. A szilícium alapú tranzisztoroknak jelentős az úgynevezett fehérzaja, ami gyengébb minőségű erősítők esetén jól hallható sístergésben jelenik meg.

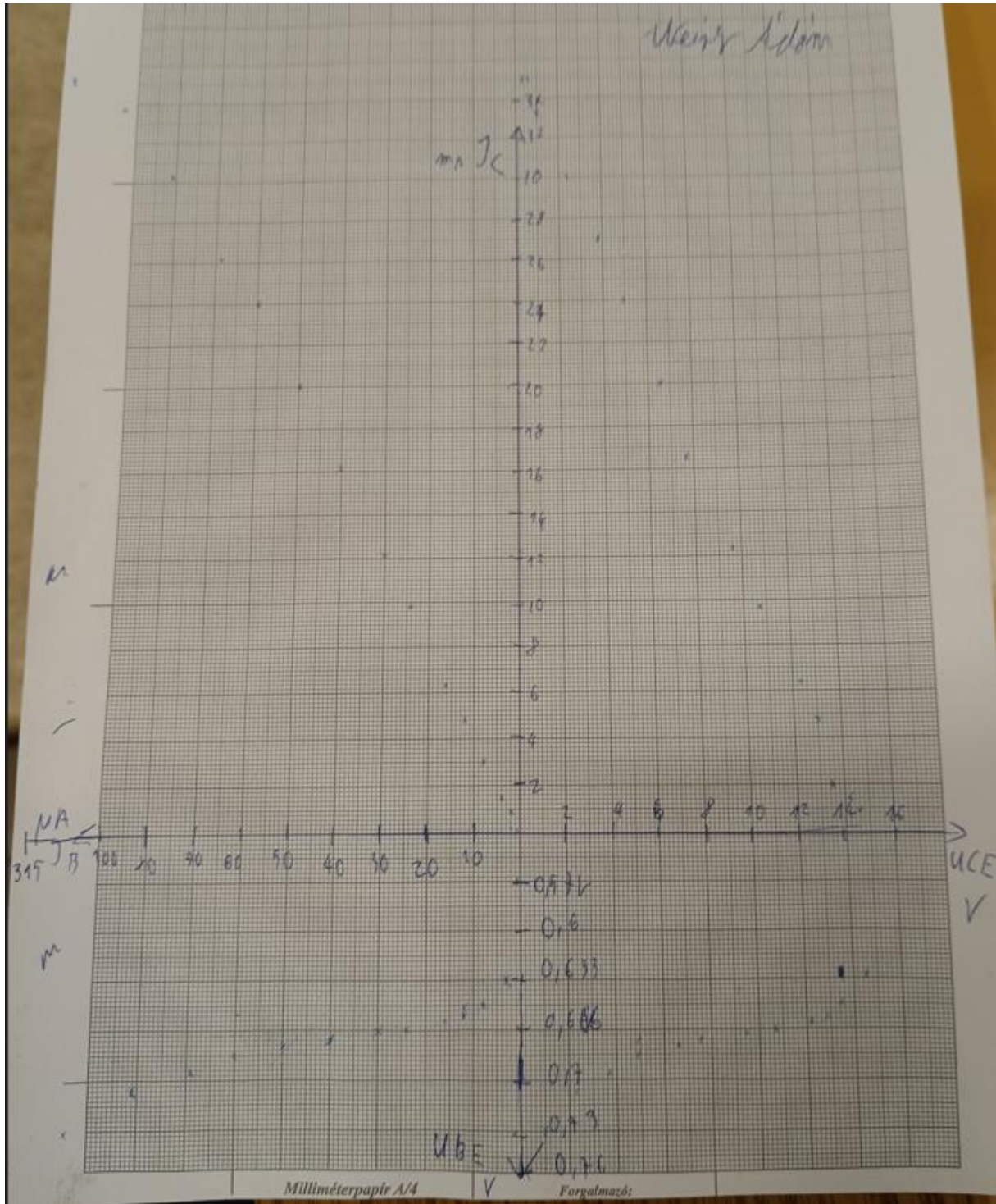
A tranzisztor elektronikai működésének megtárgyalása után kezdtük el a méréseket.



Először tisztáztuk, hogy működik a háromrétegű félvezető, a bipoláris tranzisztor. A B, Bázis és az E, Emitter közötti réteg egy dióda. A dióda működését és a karakterisztikáit az előző foglalkozásokon már megbeszéltük, kimértük. Megbeszéltük, hogy a háromrétegű NPN rend a két NP és PN érintkezések helyén kialakult kiürített rétegek nagy ellenállást, szigetelő réteget képviselnek. Itt csak azt kellett elméletben megérteni, hogy az NPN rétegrendű tranzisztor hogyan lesz a Bázis áramával vezérelve vezető. A fizikai méretek kialakításában a Bázis olyan kis méretű, hogy a Bázis Emitter dióda nyitóirányú előfeszítésével, a bázisárammal a bevitt töltéshordozók a teljes bázis térfogatba bejuttatott, szaknyelven beinjektált árammal vezérelt lesz a tranzisztor C, Kollektor árama.



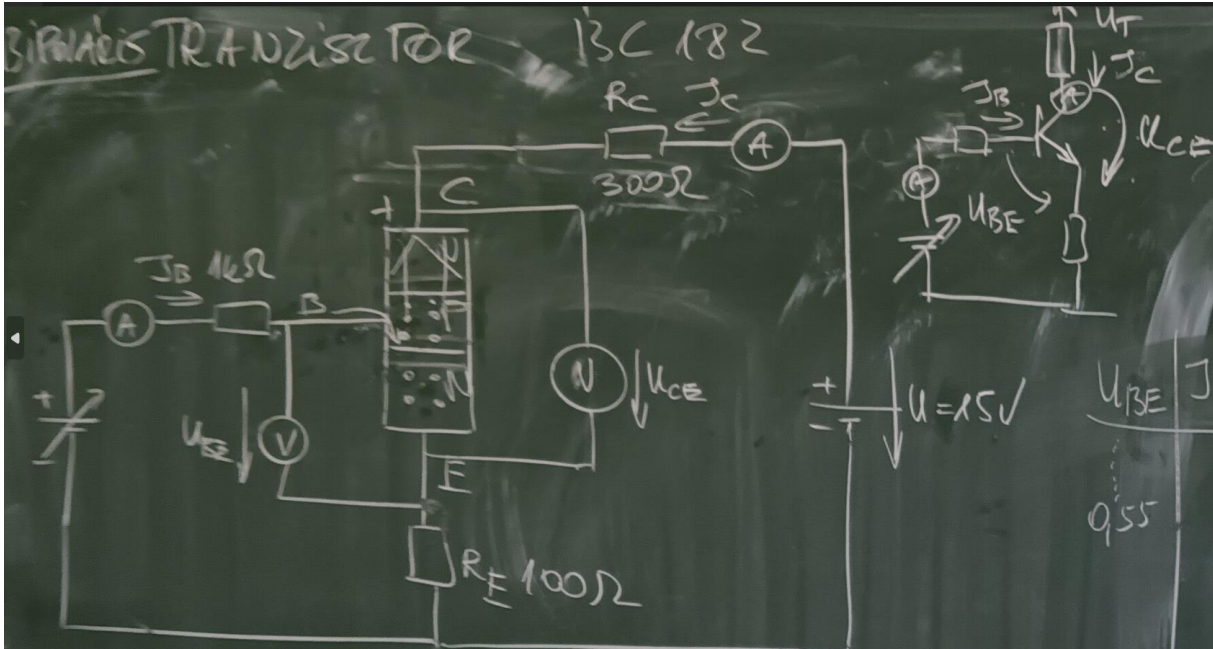
Ezen a napon sok mérési feladat volt. Mérték az  $I_B$  függő Kollektor áramot ( $I_C$ ), a Bázis-Emitter feszültségtől ( $U_{BE}$ ) függő Bázisáramot ( $I_B$ ), a Bázis-Emitter feszültségtől ( $U_{BE}$ ) függő Kollektor-Emitter feszültséget ( $U_{CE}$ ) és végül a Kollektor-Emitter feszültségtől ( $U_{CE}$ ) függő Kollektor áramot ( $I_C$ ). Egyik legjobban sikerült mérési eredményeket tartalmazó milliméterpapír:



A felvett grafikonegyüttes bal alsó negyedében jól látható a Bázis-Emitter nyitóirányú karakterisztikája, a bal felső részen a bázisáram által vezérelt kollektor áram. Fontos látni, hogy

a bázisáram és kollektor áram egyenes arányosak. Ez adja a tranzisztor alapvető tulajdonságát az áramerősítést, a  $B = \frac{I_C}{I_B}$  paramétert.

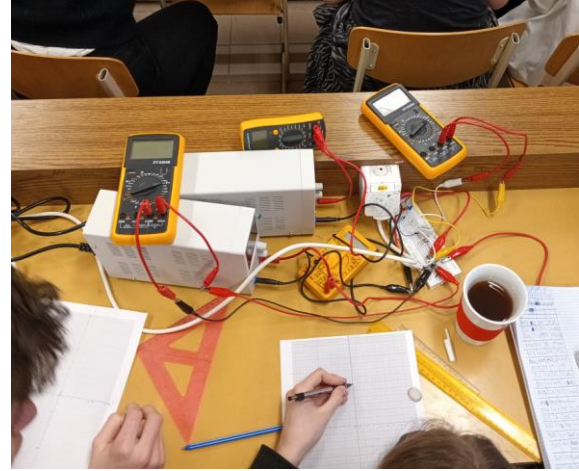
A Kollektor-Emitter feszültségtől ( $U_{CE}$ ) függő Kollektor áram ( $I_C$ ) grafikonja is lineáris. Ez a mérőkapcsolásból ered.



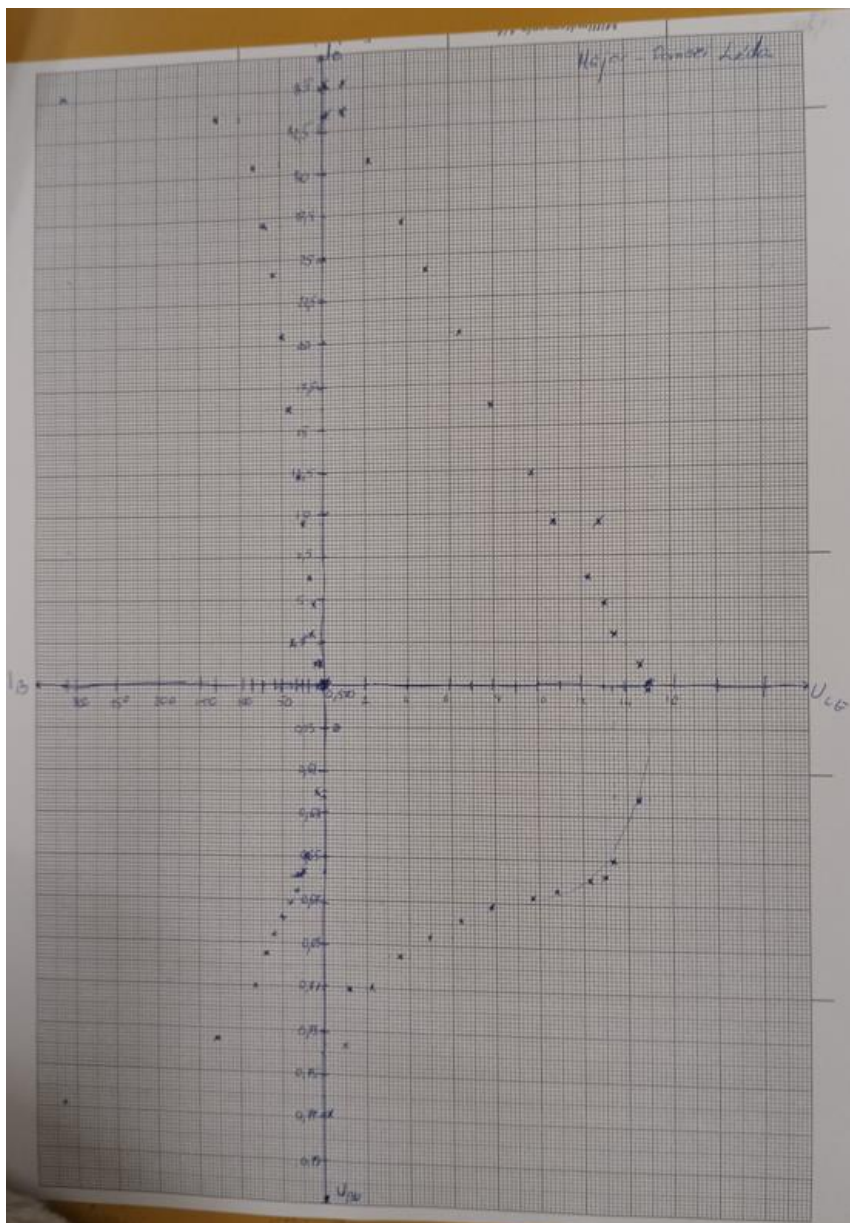
Az állandó  $U_T = 15 \text{ V}$  feszültséget (a kép jobb szélén)  $R_C$  és Kollektor-Emitter közötti tranzisztor ez együttesen kapja meg sorba kötve. Növekvő kollektor áram esetén a  $R_C = 300$  ohmos kollektor ellenálláson úgy növekszik a feszültség, hogy közben a Kollektor és Emitter között nyugodtan csökkenhet a feszültség, azaz (a lineáris tartományon belül) bármilyen feszültségen létrejöhet ugyan az a Kollektor áram. Ha a mérésben nem használtuk volna a 300 ohmos kollektor ellenállást, akkor állandó  $U_{CE}$  feszültség mellett bármilyen kollektor áramot kaphattunk volna. De célunk inkább az volt, hogy a változó  $I_C$  mellett bemutassuk, hogyan változtatható a tranzisztor kimenetén a Kollektor és az Emitter közötti feszültség a tranzisztor bemenetére, Bázisára kapcsolt árammal, illetve feszültséggel. Ez utóbbi a jobb alsó  $U_{CE} - U_{BE}$  annyiban érdekes, hogy nagyon kicsi Bázis-Emitter feszültségváltozás mellett, amikor is a tranzisztor „nyitva” van,  $U_{CE}$  feszültség jelentősen változik (a lineáris tartományon belül).

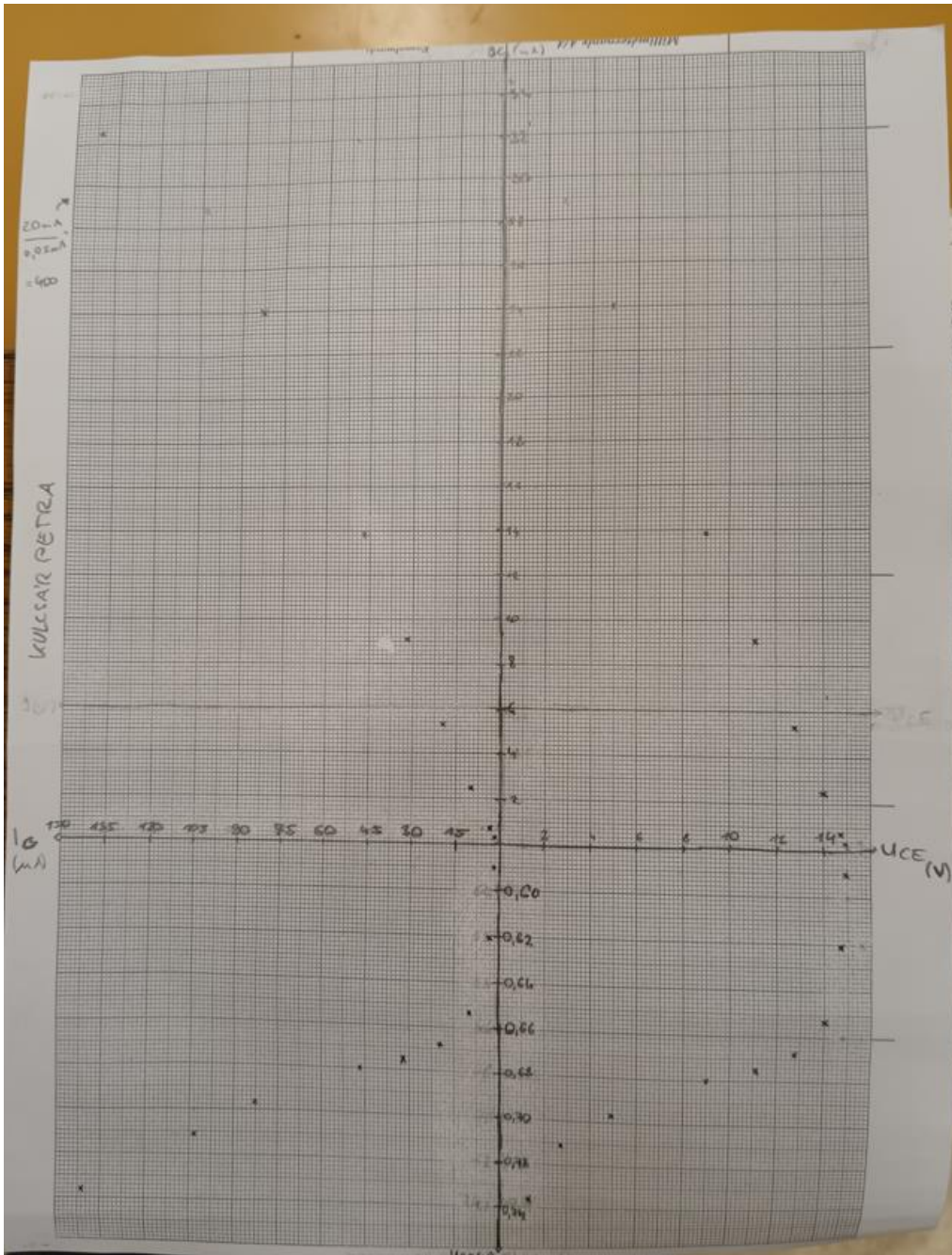


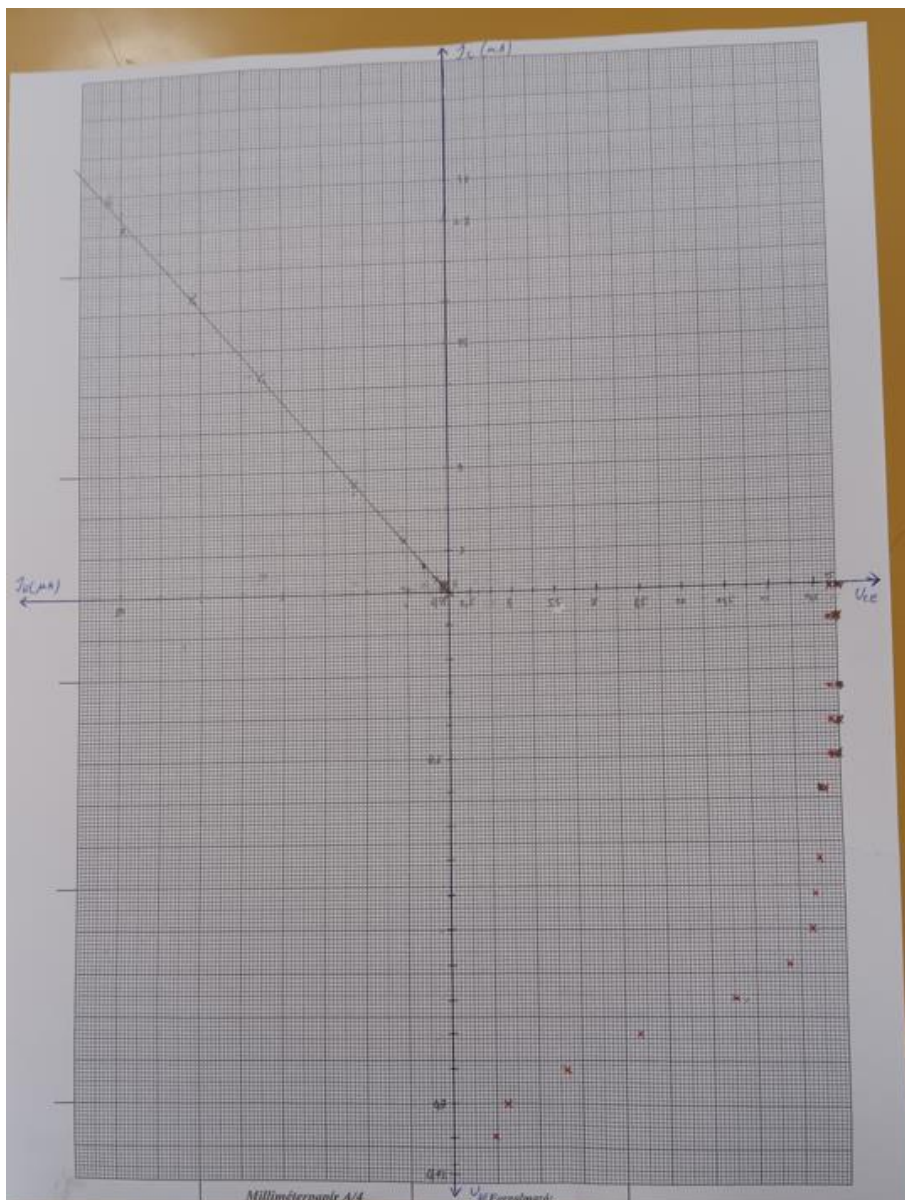
Összefoglalva:  $\Delta U_{BE} \rightarrow \Delta I_B \rightarrow \Delta I_C \rightarrow \Delta U_{CE}$ , az erősítés a grafikonokról leolvasható 100 szoros.



Még néhány grafikon







És a búcsúkép:







NTP-TEHETSÉG23-0269

