



074  
OSRODEK MECHATRONIKI i ZESPÓŁ UKŁADÓW I SYSTEMÓW STEROWANIA  
(OME) (ZSS) A

.....  
Nazwa ONB/ZNB.

Główny wykonawca

mgr inż. L. Przybylski  
.....

Wykonawcy:

mgr inż. A. Socha  
.....

mgr inż. L. Przybylski  
.....

mgr inż. M. Pachuta  
.....

Opracowanie i uruchomienie produkcji uniwersalnego robota sześcioośiowego o udźwigu 120/150 kg, dużym obszarze pracy i dużych prędkościach, dostosowanego do pracy w zautomatyzowanych gniazdach, liniach produkcyjnych i systemach ESP i CIM.

Zadanie 8c: Uruchomienie, badania i testy laboratoryjne wersji superszybkiej robota.

(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)

Zleceniodawca

Projekt celowy  
.....

zgodnie z umową Nr 1026/C. S5-8/94  
.....

Kierownik Ośrodka

Kierownik Ośrodka Mechatroniki  
wz

mgr inż. Maciej Oleksiuk  
.....

Z-ca Dyrektora  
d/s Badawczo-Rozwojowych

.....  
[Signature]

05.1996

Pracę zakończono dnia .....

Nr arch. 7332 .....

Nr zlecenia 1504 C, 9635 C .....

## Analiza deskryptorowa

ROBOTY PRZEMYSŁOWE + BADAŃIA

## Abstrakt

Opracowanie zawiera opis i wyniki: uruchomienia, laboratoryjnych badań i testów robota z napędami i sterowaniem firmy BOSCH.

## Tytuły poprzednich sprawozdań

1. Opracowanie i weryfikacja metod badań parametrów techniczno - eksploatacyjnych robotów przemysłowych i ich węzłów konstrukcyjnych. Etap 1: Badania uzupełniające robotów o udźwigu do 120 kg i 2,5 kg. (Nr rej. 6846).
2. Opracowanie i uruchomienie produkcji uniwersalnego robota sześćoosiowego o udźwigu 120/150 kg, dużym obszarze pracy i dużych prędkościach. Etap 7a: Opracowanie koncepcji dwu wersji robota z napędami BOSCH'a:
  - wersji 120/150 B
  - wersji superszybkiej 120 BS. (Nr rej. 7152).

## Rozdzielnik

- Egz. 1. OME .....
- Egz. 2. ZSS .....
- Egz. 3. OIN .....

## SPIS TREŚCI

### 1. Wstęp.

- 1.1. Przedmiot laboratoryjnych badań i testów.
- 1.2. Cel i zakres testów i badań laboratoryjnych.
- 1.3. Aparatura i przyrządy użyte do badań i testów.

### 2. Testy i badania laboratoryjne.

- 2.1. Uruchomienie robota i test pracy ciągłej.
- 2.2. Badania serwomechanizmów.
- 2.3. Badania powtarzalności pozycjonowania.
- 2.4. Test sztywności.

### 3. Wnioski.

- 3.1. Uwagi ogólne.
- 3.2. Wnioski z badań serwomechanizmów.
  - 3.2.1. Oś I ( $\phi$ ).
  - 3.2.2. Oś II ( $\theta$ ).
  - 3.2.3. Oś III ( $\alpha$ ).
  - 3.2.4. Oś IV ( $v_2$ ).
  - 3.2.5. Oś V ( $t$ ).
  - 3.2.6. Oś VI ( $v_1$ ).
  - 3.2.7. Ogólna charakterystyka ruchów osi robota.
- 3.3. Wnioski z badań powtarzalności pozycjonowania.
- 3.4. Wnioski z testu sztywności robota.
- 3.5. Wnioski wynikające z obsługi układu rho3.
- 3.6. Wnioski dotyczące polepszenia charakterystyk ruchu robota.

#### Załączniki:

- 1: Podstawowe parametry napędów robotów RP120Bs (BOSCH) i RP120S.
- 2: Zestaw parametrów maszynowych w układzie rho3.
- 3: Nastawy regulacji PI sterowników mocy w robocie RP120Bs.
- A1-A54: Wykresy wyników pomiarów prądów i prędkości serwomechanizmów.
- B1-B7: Wykresy wyników pomiarów powtarzalności pozycjonowania.

## 1. Wstęp.

### 1.1. Przedmiot laboratoryjnych testów i badań.

Przedmiotem testów i badań był prototyp robota o udźwigu 120 kg w wersji t.zw. "superszybkiej", wyposażony w napędy i sterowanie firmy BOSCH, określane dalej symbolem RP120Bs.

Manipulator tego robota powstał w wyniku adaptacji do wymagań instalacyjnych napędów firmy BOSCH manipulatora robota poprzednio zbudowanego z napędami krajowymi (IE1), oznaczanego symbolem RP120S.

Do sterowania został zastosowany układ typu rho3, wyposażony w standardowe, podstawowe uniwersalne oprogramowanie stosowane dla niego przez firmę BOSCH.

Adaptacja manipulatora 120S do wersji 120Bs polegała na:

- wykonaniu nowego okablowania stosownie do wymagań napędów BOSCH i kompatybilnego z układem sterowania rho3,
- wymianie napędów IE1 na napędy BOSCH, poprzedzonej niezbędnymi
- zmianami konstrukcyjnymi w przestrzeniach instalacyjnych napędów,
- wymianę przekładni w osiach I( $\phi$ ), IV(V2) i V(t), zgodnie z wytycznymi konstrukcyjnymi opracowanymi na bazie doświadczeń uzyskanych w dotychczasowych badaniach robota RP120S.

W/w adaptacja nie zmieniła zasadniczej struktury konstrukcji nośnej i konfiguracji kinematycznej manipulatora.

Dane dotyczące struktury kinematycznej manipulatora robota RP120Bs zostały przekazane firmie BOSCH celem ustalenia i weryfikacji dostaw układów napędowych i układu sterowania.

Charakterystyka techniczna zespołów napędowych BOSCH zainstalowanych w osiach robota, została przedstawiona w załączniku Nr 1.

W układzie sterowania rho3 wprowadzono dane dotyczące kinematyki robota RP120Bs, pozostawiając bez zmian zasadniczy zestaw parametrów maszynowych zaprogramowanych przez dostawcę. Zestaw tych parametrów przedstawiono w załączniku Nr 2.

Pozostawiono w zasadzie bez zmian ustawione przez producenta nastawy parametrów sterowników poszczególnych osi robota. Zestawiono je w załączniku Nr 3.

## 1.2. Cel i zakres testów i badań laboratoryjnych.

Celem testów i badań laboratoryjnych robota RP1208s była ocena podstawowych własności techniczno-użytkowych robota z napędami i sterowaniem firmy BOSCH. Podstawą tej oceny mogło być zasadnicze odniesienie do poziomu tych samych cech, osiągniętego w robocie RP1208. Wyzaczyło to jednoznacznie zakres testów i badań laboratoryjnych, którego podstawowymi pozycjami są badania serwomechanizmów robota oraz jego powtarzalności pozycjonowania. Uzupełnieniem tego zakresu są testy pracy długotrwałej oraz sztywności robota.

## 1.3. Aparatura i przyrządy użyte do badań i testów.

- Rejestrator XY typ 3078 firmy Yokogawa,
- czujnik indukcyjny przesunięć typ W10K nr 11452 firmy Hottinger,
- mostek pomiarowy (wzmacniacz) typ KWS 3082 A nr 88024 firmy Hottinger,
- obciążnik segmentowy 6x10 kg (łączna masa max.70 kg),
- urządzenia skalująco-kalibrujące (źródło sygnałów ADZ, śruba mikrometryczna).

## 2. Testy i badania laboratoryjne robota.

### 2.1. Uruchomienie robota i test pracy ciągłej.

W ramach uruchomienia robota dokonano sprawdzeń okablowania manipulatora przy pomocy testera ASEA 212-03.

Po stwierdzeniu zgodności okablowania z dokumentacją, połączono manipulator z szafą układu sterowania rho3 kablem robota. Po włączeniu zasilania dokonano sprawdzeń ruchów poszczególnych osi robota w systemie pracy ręcznej, sterując ruchami z panelu programowania z różnymi zadawanymi prędkościami.

Stwierdzono, że robot prawidłowo reaguje na zmiany zadawanych kierunków ruchu oraz prędkości, przy czym jednak występuje odwrotność korelacji kierunków ruchów osi I, IV, V i VI w odniesieniu do przyjętego standardu IRb i URP przedstawionego na rys.1.

Ponieważ nie ma to praktycznie znaczenia dla oceny pracy robota, a powoduje jedynie konieczność uwzględnienia zmiany konfiguracji tych czterech osi manipulatora przed synchronizacją robota, nie dokonano żadnych zmian w tym zakresie.

Wykonano próbę ciągłej pracy automatycznej robota wg programu zawierającego ruchy wszystkich osi z różnymi prędkościami w zakresie od 1,3 % do 100 %, zarówno dla robota nieobciążonego jak i obciążonego masą 70 kg.

Łączny czas próby pracy ciągłej wynosił 150 godzin. W czasie próby nie stwierdzono przerw spowodowanych usterkami robota, a więc wynik próby należy uznać za pozytywny.

## 2.2. Badania serwomechanizmów.

Badania serwomechanizmów polegały na jednoczesnej rejestracji przy pomocy rejestratora X-Y prądu silnika napędowego i napięcia prądnicy tachometrycznej w każdej osi robota.

Rejestrowano stany wyjść na zaciskach pomiarowych w sterownikach osi robota, a mianowicie:

- dla pomiaru prądu - zacisk oznaczony  $I_{norm}$ ,
- dla pomiaru napięcia prądnicy - zacisk oznaczony T

Wielkością wyjściową z tych zacisków (względem zacisków 0V) jest napięcie prądu stałego.

Relacje podane przez producenta (BOSCH) są następujące:

- $I_{max}$  sterownika odpowiada napięciu 8 V, t.zn.:

$$I_{silnika} = \frac{I_{max\text{sterownika}}}{8} * U(I_{norm})$$

- prędkości silnika 1000 obr/min odpowiada:

1,8 V dla silników o  $n_n > 3000$  obr/min

2,7 V " " "  $n_n = 3000$  obr/min, t.zn.:

$$\Omega_{silnika} = \frac{1000}{1,8} * U(T) \quad \text{dla } n_n > 3000 \text{ obr/min}$$

$$\Omega_{silnika} = \frac{1000}{2,7} * U(T) \quad \text{dla } n_n = 3000 \text{ obr/min}$$

W aktualnej konfiguracji parametrów maszynowych robota, programowej 100 % prędkości ruchu osi odpowiadają następujące prędkości silników:

dla osi I : 2850 obr/min, t.zn 95%  $n_n$ ,

" " II : 4800 " " " " 80% "

" " III: 4800 " " " " 80% "

" " IV : 3500 " " " " 58% "

" " V : 2400 " " " " 40% "

" " VI : 3000 " " " " 100% "

Przebiegi czasowe prądu silnika i napięcia prądnicy tachometrycznej rejestrowano dla trzech zaprogramowanych prędkości ruchu : 1,3%, 50% i 100% robota nieobciążonego oraz obciążonego masą 70 kg, dla każdej osi oddzielnie. Rejestrowany ruch osi robota odbywał się z zaprogramowanym pozycjonowaniem "dokładnym" PTP, natomiast pozostałe osie były ustawione w pozycji synchronizacji.

Dodatkowo wykonano badania serwomechanizmów osi I, IV i V w warunkach maksymalnego oddziaływania obciążenia, a mianowicie:

- dla ruchu osi I z maksymalnym wysięgiem ramienia robota,
- dla ruchu osi IV przy prostopadłym do niej położeniu osi V,
- dla ruchu osi V w płaszczyźnie pionowej.

Wykresy z rejestratora, oznaczone A1-A54, stanowią załączniki do niniejszego sprawozdania, natomiast w tabeli 1 zestawiono sparametryzowane wyniki pomiarów.

UWAGA: zarówno na wykresach jak i w tabeli za "dodatnie" kierunki ruchu przyjęto kierunki zgodne z oznaczeniami na rys.1.

Objaśnienia do tabeli 1

- 1) W kolumnach 1-6 podano wielkości momentów statycznych dla poszczególnych osi:

$$M_{\text{st}} = \frac{M_{\text{op}}}{M_{\text{zn}}} \quad , \text{ gdzie:}$$

$M_{\text{op}}$  jest momentem oporowym, a  $M_{\text{zn}}$  jest momentem znamionowym silnika napędowego.

Znaki "+" i "-" oznaczają kierunki ruchu zgodnie z oznaczeniami na rys. 1.

W przypadkach zmian momentu oporowego  $M_{\text{op}}$  w trakcie ruchu podano trzy jego wartości: górna określa  $M_{\text{op}}$  na początku ruchu, dolna - na końcu ruchu, a środkowa - w punkcie pośrednim.

Wartości  $M_{\text{st}}$  nie zidentyfikowano w przypadkach, gdy silnik nie uzyskiwał zaprogramowanej prędkości, t.zn. gdy w całym zakresie ruchu odbywał się wyłącznie z przyspieszeniem różnym od zera.



2) W kolumnach 7-10 podano czasy rozruchu  $t_p$  i hamowania  $t_h$ , przy czym  $t_p$  określa się jako czas osiągnięcia  $0,63n_{max}$ , natomiast  $t_h$  jako czas osiągnięcia  $0,37n_{max}$ , gdzie  $n_{max}$  jest maksymalną prędkością, jaką osiągał napęd podczas ruchu z zaprogramowaną prędkością 100%.

3) W kolumnie 11 podano względną wartość maksymalnej prędkości ruchu w danej osi w stosunku do prędkości, jaka powinna być osiągnięta w stanie ustalonym przy programowanej prędkości 100%.

4) W kolumnie 12 podano stosunek wartości prądu rozruchowego do prądu znamionowego silnika napędowego ( $K_{Ir} = I_{max} / I_{zn}$ ), dla ruchu zaprogramowanego z prędkością 100%.

5) W kolumnach 13 i 14 podano średnie wartości początkowych przyspieszeń osi robota:  $\epsilon_p$  dla rozruchu i  $\epsilon_h$  dla hamowania, obliczone wg wzorów:

$$\epsilon_p = \frac{0,63w_{max}}{t_p} \quad ; \quad \epsilon_h = \frac{0,63w_{max}}{t_h}$$

6) W kolumnie 15 podano podano maksymalne prędkości (w radianach i stopniach), jakie dana oś osiągała w ruchu z zaprogramowaną prędkością 100%.

UWAGA: Trzy ostatnie pozycje w kolumnie "Nr osi robota" oznaczają:

I\* - oś I robota badana przy maksymalnym wysięgu ramienia,

IV\* - oś IV robota badana przy położeniu do niej prostopadłym osi V,

V\* - oś V robota badana w ruchu w płaszczyźnie pionowej.



### 2.3. Badania powtarzalności pozycjonowania.

Badania powtarzalności pozycjonowania wykonano dla robota obciążonego masą 70 kg przy stałym ciśnieniu zasilania pneumatycznego układu odciążenia 0,36 MPa, pracującego w cyklu pracy automatycznej wg programu zawierającego:

- część stałą stanowiącą cykl roboczy, w którym wszystkie osie robota poruszały się z zaprogramowaną prędkością 100% ( $V_{PTP}=100\%$ ),
- wycinki programu, w których realizowane były "najazdy" poszczególnych badanych osi na zaprogramowane dla nich punkty pomiarowe, pozycjonowane "DOKŁADNIE" z prędkością  $V_{PTP}=1,3\%$ .

Po instrukcji pozycjonowania w punkcie pomiarowym zaprogramowana była instrukcja czekania przez 20 s.

Do pomiaru powtarzalności pozycjonowania użyto czujnik indukcyjny firmy Hottinger typ W10K wbudowany w specjalnej konstrukcji mechanizm zapewniający dostateczną sztywność mocowania, zainstalowany na tarczy stanowiącej segment obciążnika robota. Schemat konstrukcji tego mechanizmu oraz ilustrujący zasadę pomiaru przedstawiono na rys.2.

Pomiar polegał na rejestracji zmian położenia płaskiej płytki mechanizmu ruchowego czujnika względem nieruchomej kuli, w kierunku zgodnym z kierunkiem "najazdu" danej osi. Plan sytuacyjny stanowiska pomiarowego przedstawiono na rys.3, natomiast schematy konfiguracji kinematyki manipulatora robota w zaprogramowanych punktach pomiarowych zilustrowano na rys.4.

Sygnał z czujnika, proporcjonalny do przesunięcia, poprzez mostek Hottingera podawany był na rejestrator XY. Wzmocnienia tego sygnału w mostku Hottingera i w rejestratorze ustawiono w taki sposób, że zmiana o 0,1 mm. przesunięcia mierzonego na czujniku odpowiadała zmiana położenia o 32 mm. pisaka rejestratora w jego osi Y.

Dla każdej z poszczególnych osi wykonano pomiary w 30-tu kolejnych cyklach pracy automatycznej robota. Uzyskano w ten sposób serie wykresów ilustrujących rozrzut powtarzalności położenia danych osi, jednocześnie rejestrując zmiany pozycjonowania w każdym punkcie pomiarowym w czasie programowego "czekania" przez 20 sekund.

Błąd pomiaru oceniany jest na max. 0,01 mm, co wynika z następujących przesłanek:

- a) Błąd nieliniowości czujnika  $\leq \pm 0,5\%$  jest praktycznie pomijalny ze

względu na powtarzalność pomiarów w otoczeniu jednego punktu,  
 b) Klasa dokładności pomiaru mostkiem Hottingera 0,1%,  
 c) Powtarzalność pomiaru rejestratorem XY Yokogawa 0,15%,  
 Wyniki pomiarów powtarzalności pozycjonowania, zilustrowane na załączonych do niniejszego sprawozdania wykresach oznaczonych B1-B7, zestawiono syntetycznie w tabeli 2.

Tabela 2

Oznaczenie osi robota	Rozrzut pomiarów $R=X_{max}-X_{min}$ [mm]	Powtarzalność pozycjonowania $s=\pm 0,5 \cdot R$ [mm]
I ( $\Phi$ )	0,064	0,032
II ( $\Theta$ )	0,11	0,055
III ( $\alpha$ )	0,12	0,06
IV ( $V_2$ )	0,15	0,075
V ( $t$ )	0,059	0,03
VI ( $V_1$ )	0,058	0,029

Uzyskane wyniki są co najmniej o rząd wielkości lepsze od założonych.

Dodatkowo, po zakończeniu wszystkich testów i laboratoryjnych badań robota, wykonano jeszcze jedno sprawdzenie powtarzalności pozycjonowania dla I osi w serii 60-ciu kolejnych pomiarów, rejestrując wskazania czujnika pomiarowego po upływie zaprogramowanego w punkcie pomiarowym "czasu czekania". Wyniki ilustruje załączony wykres B7. Osiągnięty wynik:

$$s = \pm 0,055 \text{ mm.}$$

potwierdza uzyskanie bardzo dobrego wyniku sprawdzenia powtarzalności pozycjonowania.

#### 2.4. Test sztywności.

Test sztywności wykonano przy pomocy układu pomiarowego zastosowanego do pomiarów powtarzalności pozycjonowania (p. 2.3).

Wykonano próbę sztywności robota dla porównania z podobną próbą wykonaną w badaniach robota o tej samej konstrukcji mechanicznej kinematyki manipulatora, ale z napędami z silnikami prądu stałego typu PZTK i sterownikami typu MAK-1 (IE1).

W czasie testu robot "spoczywał" przy włączonym zasilaniu silników napędów wszystkich osi (stan: "PRACA", "STOP"). Obciążanie i odciążanie robota uzyskiwano przez dokładanie i zdejmowanie segmentów mechanicznego obciążnika. Warunki testu ilustruje rys.5. Stałe ciśnienie zasilania układu pneumatycznego odciążenia robota wynosiło 0,36 MPa. Wyniki przedstawiono w tabeli 3 oraz w postaci wykresu na rys.6, w zestawieniu z odpowiednim wykresem dla robota RP120S.

Tabela 3

Siła (N)	0	100	200	300	400	500	600	500	400	300	200	100	0
Ugięcie (mm)	0	0,35	0,45	1,05	1,9	3,0	4,2	3,8	3,4	3,05	2,2	0,55	0

### 3. Wnioski.

#### 3.1. Uwagi ogólne.

Jak określono na wstępie niniejszego opracowania, zasadniczym celem przedstawionej w niniejszym sprawozdaniu pracy była ocena robota z napędami i sterowaniem firmy BOSCH (RP120Bs), odniesiona do odpowiednich wyników testów i laboratoryjnych sprawdzeń poprzedniej wersji tego robota z napędami IEL i sterowaniem PIAP (RP120S). Należy podkreślić, że różnice między obu wymienionymi wersjami robota polegają nie tylko na odmienności systemów napędowych i sterowania, ale występują również w doborze mechanicznych przekładni w I, IV i V osiach robota. Różnice te uwidocznione są w załączniku Nr 1. Należy jednak podkreślić, że tylko w I osi zastosowano nową przekładnię, w pozostałych zaś zainstalowano przekładnie uprzednio zastosowane w robocie RP120S, zamieniając jedynie miejscami przekładnie w osiach IV i V.

#### 3.2. Wnioski z badań serwomechanizmów.

##### 3.2.1. Oś I ( $\phi$ ).

W I osi robota RP120Bs został zastosowany silnik o parametrach podobnych do zastosowanego w robocie RP120S, ale z przekładnią o praktycznie dwukrotnie większym przełożeniu (patrz zał.1). W układzie tym stwierdzono ponad 4-krotnie (w odniesieniu do RP120S) mniejszy stosunek momentu statycznego do momentu znamionowego silnika. Można wysnuć z tego faktu wniosek, że w równym stopniu na osiągnięty efekt miały wpływ:

- większe przełożenie przekładni,
- mniejsze opory mechaniczne ruchu, świadczące o dobrym montażu mechanicznym węzłów przekładniowych i łożyskowych.

Nie obserwuje się istotnego wpływu na ruch I osi zmiany obciążenia, jak również zmian warunków obciążenia (przy ramionach w pozycji synchronizacji lub przy maksymalnym zasięgu poziomym). Wbrew początkowym oczekiwaniom, dla ruchu z maksymalnym zasięgiem ramienia czas

rozruchu do prędkości maksymalnej nieco jest krótszy (przyspieszenie rośnie).

Rozruch i hamowanie osi dla wszystkich badanych przypadków odbywają się monotonicznie, bez oscylacji prędkości, co świadczy o dobrej dynamice serwomechanizmu jako całości.

W robocie RP120S, przy występowaniu pulsacji prędkości i nierównomiernych przebiegach przyspieszeń, występowała konieczność ograniczenia założonej konstrukcją prędkości maksymalnej dla robota obciążonego:

- do 80% dla ruchu z układem ramion robota w pozycji synchronizacji,
- do 50% dla ruchu z maksymalnym zasięgiem ramion.

W robocie RP120Bs problemy te nie występują.

Przy ruchu osi w zakresie  $180^\circ$  osiąga się ustaloną prędkość maksymalną ok.  $90^\circ/\text{s}$ , co odpowiada prędkości obrotowej silnika ok. 2700 obr/min. Jest to prędkość nieco niższa od uzyskiwanej w robocie RP120S, ale różnica ta jest istotnie kompensowana około dwukrotnym zmniejszeniem czasów rozruchu i hamowania. Istotna przewaga rozwiązania serwomechanizmu w robocie RP120Bs uwidacznia się podczas ruchu z obciążeniem oraz przy maksymalnym zasięgu ramienia.

Maksymalne wartości prądu obciążenia silnika przy ruchu z zaprogramowaną prędkością 100% są porównywalne z osiąganymi w robocie RP120S.

Występuje duże przeciążenie prądowe silnika ( $2-3 I_n$ ) przy ruchu z prędkością 100% i z maksymalnym zasięgiem ramienia.

### 3.2.2. Oś II ( $\theta$ ).

Przy tej samej przekładni jak w robocie RP120S, zastosowano silnik o mniejszym momencie spoczynkowym i dwukrotnie większych znamionowych obrotach maksymalnych (patrz zał.1). Efektem tego jest zmniejszenie czasu rozruchu, o ok. 30% przy ruchu z zaprogramowaną prędkością 100%, kosztem przeciążenia silnika ( $1,8-2 I_n$ ). Czas hamowania nieco dłuższy, zwłaszcza dla robota nieobciążonego, przy ruchu w kierunku "dodatnim" (rys.1).

Pod względem dynamiki pracę napędu można ocenić jako dobrą, ponieważ nie występują przeregulowania przy dochodzeniu do zaprogramowanych "dokładnie PTP" punktów pozycjonowania.

Stwierdzono, że przy zaniku zasilania pneumatycznego w układzie odciążenia robota hamulec elektromagnetyczny silnika nie utrzymuje położenia osi robota obciążonego, jeżeli położenie to znajdowało się poza zakresem ok.  $\pm 10^\circ$ .

### 3.2.3. Oś III ( $\alpha$ ).

Przy tej samej przekładni jak w robocie RP120S, zastosowano silnik o większym momencie spoczynkowym i dwukrotnie większych znamionowych obrotach maksymalnych (patrz zał.1). Efektem tego jest znaczne zmniejszenie ujemnego wpływu niepełnego odciążenia pneumatycznego w znaczącej części pełnego zakresu ruchu (zjawisko to ujawniło się w poprzednich badaniach robota RP120S i powodowało znaczne ciepłe przeciążenie silnika napędowego).

W obecnie badanym serwomechanizmie, przy podobnych jak w robocie RP120S czasach rozruchu i hamowania, osiągnięto znaczne zmniejszenie obciążenia silnika ( $1-1,5 I_n$ ) przy rozruchu do zaprogramowanej prędkości 100%.

Stwierdzono, że przy zaniku zasilania pneumatycznego w układzie odciążenia hamulec elektromagnetyczny silnika nie utrzymuje położenia osi w robocie obciążonym, jeżeli położenie to było powyżej ok.  $+20^\circ$ .

### 3.2.4. Oś IV ( $V_2$ ).

W porównaniu do robota RP120S, w IV osi robota RP120Bs zastosowano silnik o większym momencie spoczynkowym i dwukrotnie większych nominalnych obrotach maksymalnych oraz przekładnię o większym przełożeniu (patrz zał.1). Efektem tego jest całkowita kompensacja niezrównoważenia mechanicznego osi, spowodowanego jej asymetryczną konstrukcją i wynikającym stąd zmiennym momentem jej obciążenia podczas ruchu. Silnik przy tym posiada jeszcze dużą nadwyżkę mocy i momentu.

Czasy rozruchu i hamowania są porównywalne z osiągniętymi w robocie RP120S.

Oś charakteryzuje się dobrą dynamiką, osiągając praktycznie założoną prędkość maksymalną ( $154^\circ/s$ ).



Ze względu na ograniczenia montażowe narzucone konstrukcją mechaniki manipulatora robota, silnik napędowy osi IV nie posiada hamulca elektromagnetycznego. Powoduje to, po wyłączeniu zasilania silnika, ruch osi pod wpływem obciążenia robota do pozycji w przedziale ok.  $-15^{\circ}$ ... $-30^{\circ}$ . Zjawisko to świadczy o bardzo małych oporach mechanicznych ruchu serwomechanizmu i węzłów łożyskowych.

### 3.2.5. Oś V (t).

W porównaniu do robota RP120S, w V osi robota RP120BS zastosowano silnik o nieco większym momencie spoczynkowym i dwukrotnie większych nominalnych obrotach maksymalnych, przy przekładni o mniejszym przełożeniu (patrz zał.1). Podobnie jak w przypadku osi IV, uzyskano dość dużą nadwyżkę mocy i momentu silnika.

Oś posiada dobrą dynamikę (czasy rozruchu i hamowania porównywalne z osiągniętymi odpowiednio w robocie RP120S).

Podczas ruchu z zaprogramowaną prędkością 100% nie uzyskano wprawdzie maksymalnej prędkości konstrukcyjnej, ale w tym zakresie prędkość jest i tak większa, niż w robocie RP120S.

### 3.2.6. Oś VI (V2).

W odróżnieniu od robota RP120S, silnik napędowy w VI osi robota RP120BS posiada większy moment spoczynkowy. Pozostałe podstawowe parametry nie zostały zmienione (patrz zał.1), a więc warunki pracy serwonapędu w obu robotach są takie same.

Oś osiąga prędkość maksymalną ok.  $84^{\circ}/s$ , t.zn. o ponad 23% większą niż w robocie RP120S. Świadczyć to może o znacznie mniejszych mechanicznych oporach ruchu serwomechanizmu i węzłów łożyskowych w efekcie wyższej jakości montażu mechanicznego.

Dość duże czasy rozruchu i hamowania (rzędu 0,8 s) powodują znaczące obniżenie prędkości średniej.

### 3.2.7. Ogólna charakterystyka ruchów osi robota.

W odróżnieniu od robota RP120S, robot RP120Bs charakteryzuje się istotnie lepszą dynamiką. Nie zarejestrowano podczas badań jego serwo-mechanizmów drgań ani pulsacji przy pomiarach prędkości obrotowej, ani przeregulowań prędkości podczas rozruchów poszczególnych osi do prędkości maksymalnej.

Parametry dla oceny porównawczej prędkości poszczególnych osi zawiera tabela 4, w której podano zmierzone czasy  $T$  cyklu pracy obejmującego ruch "tam" i "z powrotem" z zaprogramowaną prędkością 100% dla robotów RP120S i RP120Bs. Z uwagi na różnice zakresów ruchów tych samych osi w obu robotach przy określaniu czasu  $T$ , w statniej kolumnie tabeli podano czas  $T_{\text{max}}$ , w którym osie robota RP120Bs wykonać mogą ruch w identycznym zakresie, jak dla robota RP120S.

Jak wynika z tabeli 4, wszystkie osie robota RP120Bs mają lepsze osiągi prędkościowe od odpowiednich osi robota RP120S.

W robocie RP120BS (z napędami i sterowaniem firmy BOSCH) wszystkie osie utrzymują podobną dynamikę ruchu w warunkach pracy robota nieobciążonego, jak i obciążonego masą 70 kg.

### 3.3. Wnioski z badań powtarzalności pozycjonowania.

Wyniki uzyskane w badaniach powtarzalności pozycjonowania robota RP120Bs można uznać jako bardzo dobre, zwłaszcza że zastosowana metoda pomiaru zapewnia większą jego dokładność od dotychczas stosowanych w PIAP. Przyjęta podstawa oceny powtarzalności pozycjonowania, oparta o wyniki maksymalnych odchyłeń punktów pozycjonowania od wartości średniej jest zaostrzona w odniesieniu do warunków wg normy ISO/DP 9283. Wyliczenia wg kryteriów tej normy, opartych na wskaźnikach statystycznych, dają wyniki z zasady mniejsze.

Dzięki zastosowaniu metody rejestracji wyniku pomiaru w określonym programowo czasie można było zaobserwować i zwymiarować zjawisko ruchu "pełzania" poszczególnych osi po osiągnięciu zaprogramowanego punktu pozycjonowania, niewykrywalne przy dotychczasowych pomiarach przy pomocy czujników zegarowych o rozdzielczości 0,01mm.

Tabela 4

Nr osi ro- bo- ta	Obcią- żenie roboty kg	RP 120 S		RF 120 Bs		
		Zakres ruchu	Czas cyklu T	Zakres ruchu	Czas cyklu T	T <sub>opr</sub>
		(deg)	s	(deg)	s	s
I	0	180	7,5	180	5,6	5,6
	70		8,1 (V <sub>max</sub> =90%)		5,7	5,7
II	0	69	3,1	60	3,6	3,7
	70		5,8		3,6	3,7
III	0	78	4,1	75	3,4	3,4
	70		4,3		3,4	3,4
IV	0	202	6,0	180	4,5	4,7
	70		6,0		4,5	4,7
V	0	196	6,2	144	4,4	4,8
	70		5,9		4,4	4,8
VI	0	264	10,8	231	9,7	10,1
	70		brak danych		9,7	10,1
I*	0	180	7,4 (V <sub>max</sub> =75%)	121	4,3	5,0
	70		8,9 (V <sub>max</sub> =50%)		4,3	5,0
IV*	0	213	brak danych	183	4,5	4,7
	70		6,0		4,5	4,7
V*	0	181	brak danych	171	4,7	4,8
	70		6,0		4,7	4,8

I\* - ruch I osi przy maksymalnym wychyleniu ramienia robota,  
 IV\* - ruch IV osi przy prostokątnym położeniu V osi,  
 V\* - ruch V osi w płaszczyźnie pionowej.

W osi II ( $\theta$ ) zjawisko to nie ustaje w czasie pomiaru 20 s. Wielkości tego ruchu dla poszczególnych osi robota są różne i dla określonych osi stałe. Można ocenić, że maksymalna zmiana położenia końcówki robota na skutek zjawiska "pełzania" w punkcie pozycjonowania wynosi poniżej 0,1 mm/min. i praktycznie może być pomijalna z punktu widzenia własności eksploatacyjnych robota.

### 3.4. Wnioski z testu sztywności robota.

Z porównania wykresów na rys.6 wynika, że ugięcie robota RP120Bs przy pionowym kierunku przyłożenia siły jest o ok. 20% większe, niż w robocie RP120S, przy dwukrotnie większej histerezie. Zjawisko to można wytłumaczyć przede wszystkim tym, że metoda pomiaru zastosowana przy robocie RP120S nie uwzględniała składowej ugięcia osi V ( $t$ ). W odpowiednich badaniach robota RP120S obciążane były w zasadzie wyłącznie węzły łożyskowe V osi, natomiast w robocie RP120Bs główne obciążenie V osi przenoszone było na serwomechanizm. Uwzględniając ten fakt, można ocenić sztywność robota RP120Bs jako porównywalną z osiągniętą w robocie RP120S.

Ponadto z wykresu na rys.6 wynika, że robot RP120Bs nie posiada zauważalnych luzów w układzie kinematycznym, ponieważ krzywa histerezy nie ma rozrzutu w początku osi współrzędnych. Stanowi to potwierdzenie dobrego montażu manipulatora robota oraz praktycznie niezauważalną "strefę martwa" serwomechanizmów pozycjonujących II, III, IV i V osi, na które działają składowe siły pionowej przyłożonej do końcówki robota.

Wynika z tego wniosek stanowiący ważną informację w zakresie własności użytkowych robota, że po uwolnieniu np. chwytaka z obciążenia masą 60 kg punkt TCP tego chwytaka podniesie się w pionie o ok. 4 mm.

### 3.5. Wnioski wynikające z obsługi układu rho3.

Prace związane z uruchomieniem robota, a następnie testami i badaniami pozwoliły w znaczącym stopniu poznać jego cechy użytkowe, w tym przypadku analizowane wyłącznie z punktu widzenia głównie możliwości aplikacyjnych robota RP120Bs.

Trzeba stwierdzić, że układ rho3 ma duże potencjalne możliwości spełnienia wszystkich podstawowych wymagań w zastosowaniu do sterowania robotem, ale w danym konkretnym przypadku możliwości te zostały zrealizowane w stopniu niedostatecznym.

Główną przyczyną tego stanu jest oprogramowanie tego układu, które określane przez firmę BOSCH jako podstawowe, jest jednak w tym "podstawowym" zakresie ułomne i wyraźnie niedopracowane.

Do głównych ujemnych cech tego układu w zastosowaniu "robotowym" należą:

a) Możliwość jednoczesnego włączenia do pracy kilku niezależnych programów użytkowych.

W praktyce wygląda to tak, że po zatrzymaniu realizacji programu przyciskiem "STOP" na szafie sterowniczej istnieje możliwość przy pomocy panelu programowania wywołania adresu innego programu użytkowego i jego uruchomienia przyciskiem "START". Robot wówczas zaczyna "kompilować" oba programy, wykonując jednocześnie z obu programów instrukcje pozycjonowania.

Jest to cecha bardzo niebezpieczna, w zasadzie dyskwalifikująca.

b) Nieutrzymywanie podczas sterowania ręcznego ustalonej dla tego trybu pracy rozdzielczości, przy zmianie prędkości.

W trybie pracy ręcznej steruje się ruchami poszczególnych osi robota z panelu programowania, przyporządkowanymi tym osiom przyciskami, z ustaloną rozdzielczością, której wartość (w robotach IRb i URP zwana inkrementem) jest ustalana w programie sterującym. Przy ciągłym przyciskaniu przycisku sterowania ruchem danej osi, wykonuje ona na początku wolny ruch w zakresie kilku-kilkunastu takich "inkrementów", po czym następuje automatycznie skokowe przyspieszenie ruchu.

Okazuje się, że jeżeli wartość takiego "inkrementu" ustalonego w pracy ręcznej jest różna od rozdzielczości układu pomiarowego robota (z

reguły jest większa), wówczas pozycja danej osi po zatrzymaniu szybkiego ruchu jest przeważnie różna od wielokrotności "inkrementu". Efektem końcowym jest brak możliwości w pracy ręcznej jednoznacznie powtarzalnego pozycjonowania.

c) Brak możliwości programowania robota metodą "uczenia".

W systemie rho3 nie ma możliwości bieżącego ustalania pozycji robota i jej wpisywania do programu.

Program użytkowy w rho3 tworzony jest dwustopniowo. Najpierw należy sformułować w sposób opisowy cały program użytkowy i wpisać go do pamięci robota. Dzięki wieloznaczności używanych dla tego celu przycisków panelu programowania, zabieg ten jest długi, żmudny i stwarzający możliwość powstawania wielu błędów. W drugiej procedurze, której wykorzystanie jest możliwe tylko po przyjęciu przez pamięć robota opisanego programu, możliwe jest dopiero zaprogramowanie położenia poszczególnych punktów pozycjonowania, symbolicznie zdefiniowanych w programie. Poważną wadą jest w tej procedurze brak informacji o rzeczywistym położeniu robota, niezbędnej w praktyce aplikacyjnej. Dlatego lepiej jest ustalać położenie robota w trybie pracy ręcznej i "przenosić" je do programu, powoduje to jednak konieczność dodatkowych manipulacji związanych z każdorazowymi zmianami procedur.

Instrukcje nie są numerowane, a więc nie ma możliwości dowolnego wywoływania poszczególnych instrukcji, z dalszymi logicznymi tego faktu konsekwencjami.

Całkiem niespodziewanie w trybie pracy "krokowej" pojawia się na wyświetlaczu panelu programowania "numer wiersza programu", nigdzie indziej nie występujący. Informacja taka więc praktycznie nic nie daje, świadczy natomiast niejako o niedopracowaniu programu sterującego.

d) Niedostateczna sprawność klawiatury panelu programowania.

Stwierdzono niepewne działanie przycisków panelu programowania, co ma zwłaszcza istotne znaczenie w tym systemie, w którym przeważnie poszczególne funkcje określane są jednoczesnym wciśnięciem dwóch, a w trybie pracy "krokowej" nawet trzech przycisków. Szczególnie uciążliwe jest niepewne działanie najczęściej używanych przycisków SHIFT i ENTER, zwłaszcza podczas pisania programu użytkowego, ale także pod-

czas "opuszczania" poszczególnych procedur, gdzie SHIFT jest przyciskiem podstawowym.

e) Brak możliwości uruchamiania i zatrzymywania robota z panelu programowania.

Na panelu programowania nie można realizować funkcji START i STOP. Funkcje te odnoszą się nie tylko do pracy automatycznej, ale także ręcznej.

Jest to dla obsługi bardzo niewygodne i stanowi poważne źródło możliwych awarii robota (np. nie można natychmiast zatrzymać obserwowanego niepożądanego ruchu w pracy robota, ponieważ nie można oczywiście jednocześnie obserwować zachowania końcówki manipulatora i być przy szafie sterowniczej).

Ogólnie biorąc, system programowania robota w układzie rho3 ma zdecydowanie więcej wad niż zalet. Trudno sobie nawet wyobrazić jego zastosowanie w aplikacjach typu technologicznego (z aktywnymi narzędziami), gdzie możliwość bieżącego programowania pozycjonowania jest niezbędna, a także nawet w programach prostszych, ale o dużej liczbie instrukcji.

Należy jednak zwrócić uwagę, że istotna część wymienionych wad układu sterowania rho3 ma przyczynę w jego programie sterującym, zbyt ubogim i ułomnym w odniesieniu do podstawowych wymagań sterowania robotem.

### 3.6. Wnioski dotyczące polepszenia charakterystyk ruchu robota.

Układ sterowania rho3 daje dość szerokie możliwości formowania charakterystyk ruchu robota. Formowanie to odbywa się przez programowe ustawianie t.zw. parametrów maszynowych (patrz zał.2) oraz przez odpowiedni dobór nastaw sterowników mocy, przy pomocy umieszczonych na nich przełączników (patrz zał.3).

Z punktu widzenia użytkownika wersji "superszybkiej" robota, najważniejszymi cechami są:

- maksymalna prędkość robota,
- minimalne czasy przyspieszenia i opóźnienia.

Z punktu widzenia ograniczeń konstrukcyjnych, osie robota nie mogą przekroczyć dopuszczalnych prędkości maksymalnych oraz przeciążeń przy rozpędzaniu i hamowaniu, także parametrów zastępczych mających wpływ na termiczne obciążenie silników i zużycie przekładni.

Badania wykazały, że przy obecnie ustawionych parametrach osie robota, poza osią I ( $\phi$ ), nie przekraczają dopuszczalnych dla przekładni prędkości.

W I osi osiągnięta maksymalna prędkość silnika przekracza o ok. 15% katalogową prędkość obrotową przekładni, jednak przy ułożeniu osi II i III w pozycji synchronizacji i obciążeniu robota masą 70 kg maksymalny moment przy rozruchu jest mniejszy o ok. 30% od dopuszczalnego momentu przekładni.

Przy ruchu z obciążeniem na maksymalnym zasięgu ramienia, podczas rozruchu do prędkości programowanej 100% następuje przekroczenie katalogowej wartości momentu przekładni o ok. 40%.

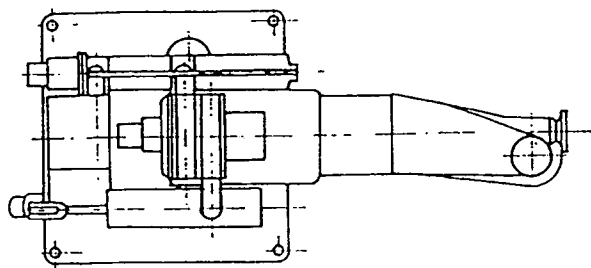
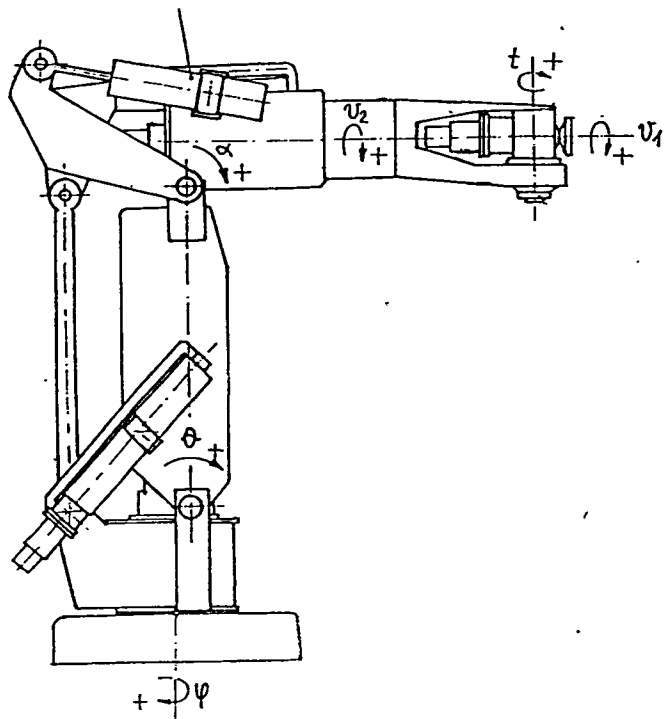
Istnieje możliwość pewnego zmniejszenia obciążenia przekładni w I osi przez zmianę charakterystyk rozruchu i hamowania i ukształtowanie ich sinusoidalne lub trapezowe, które można uzyskać drogą zmiany dostępnych w menu rho3 parametrów maszynowych. Kompensacja nadmiaru obciążenia przekładni tą drogą nie będzie jednak całkowita i dlatego dla ruchu I osi z obciążeniem robota na maksymalnym zasięgu ramienia należy nałożyć dodatkowo wymóg ograniczenia prędkości maksymalnej.

W pozostałych osiach robota katalogowe wartości momentów przekładni nie są przekraczane.

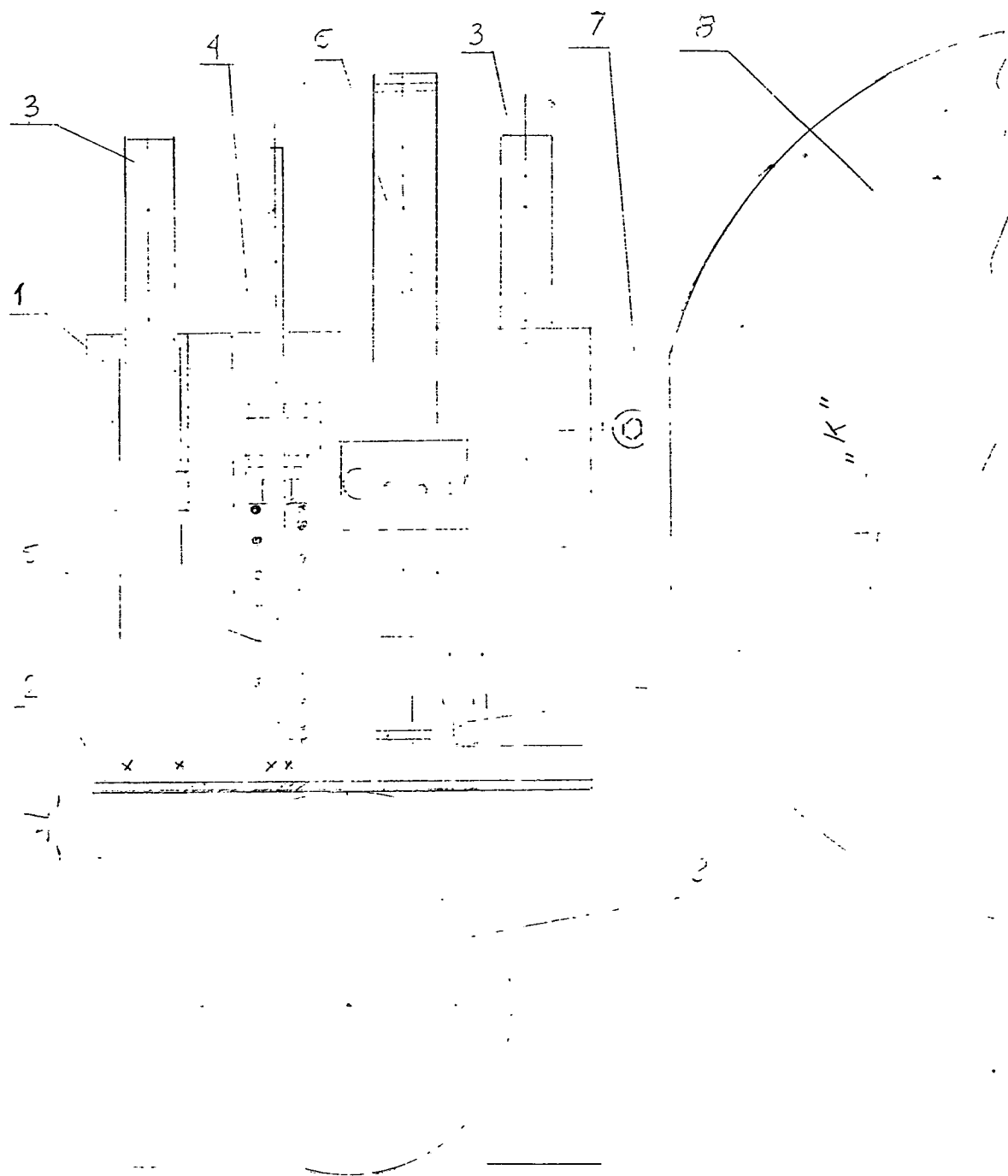
Parametry ruchów osi II, III, IV i V są w zasadzie zgodne z założeniami robota "superszybkiego".



W efekcie zastosowania napędów BOSCH oraz innych zmian konstrukcyjnych w serwomechanizmach, osie I-V robota RP120Bs osiągają większe prędkości niż odpowiednie osie robota RP120S. Wyjątek stanowi VI oś, w której większą prędkość uzyskano wyłącznie dzięki zmniejszeniu oporów mechanicznych ruchu w wyniku dokładniejszego montażu węzłów przekładniowych i łożyskowych, ponieważ w obu w/w robotach w serwomechanizmach VI osi występują te same ograniczenia, wynikające z dopuszczalnej maksymalnej prędkości obrotowej napędu (3000 obr/min) przy tej samej przekładni harmonicznnej HDUC 50 (o przełożeniu  $i=200$ ). Czas cyklu pracy VI osi można skrócić (a tym samym zwiększyć jej średnią prędkość) redukując o ok. 0,5 s (t.zn. o ok. 63%) czasy rozruchu i hamowania. Zwiększenie prędkości maksymalnej VI osi można uzyskać wyłącznie w wyniku zmian konstrukcyjnych, przede wszystkim przez zastosowanie przekładni o mniejszym przełożeniu przy utrzymaniu dostatecznego dopuszczalnego momentu obciążenia. Należy jednak zwrócić uwagę, że istnieje w robocie możliwość znacznego zwiększenia prędkości (i zakresu) ruchu "skręcania" osi VI, przez dublujący ruch IV osi.



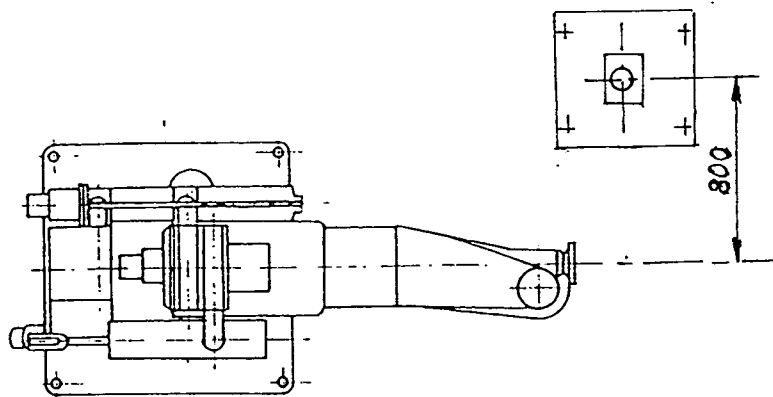
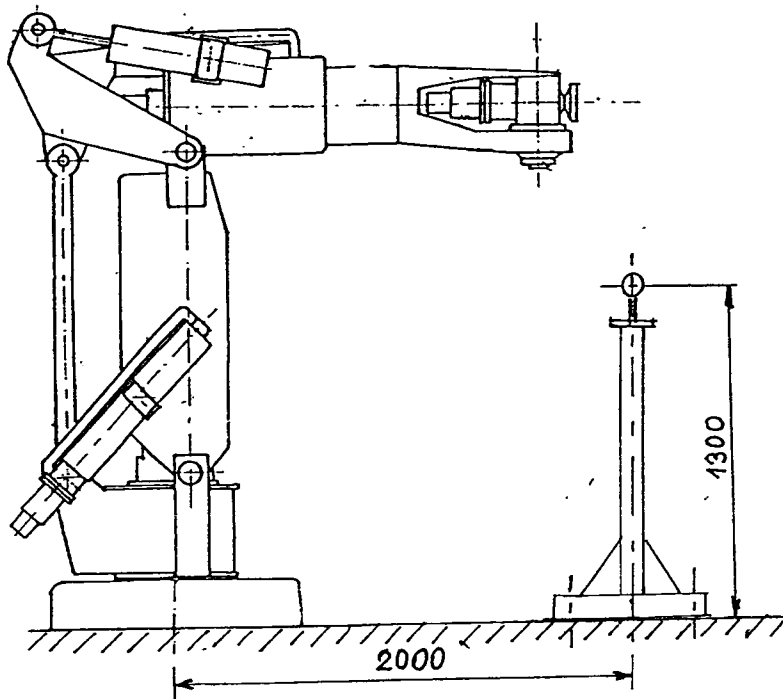
Rys. 1.



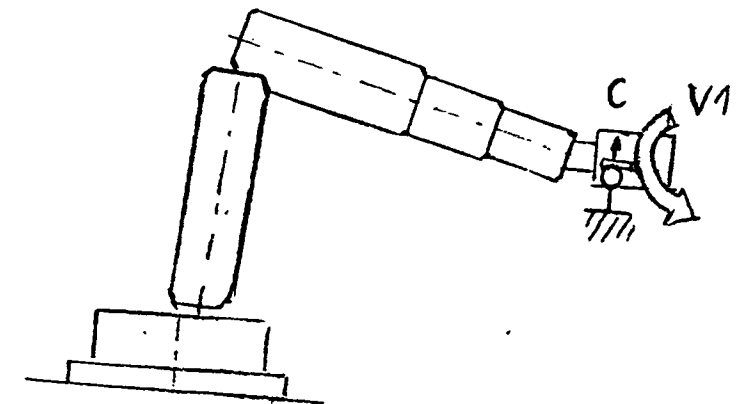
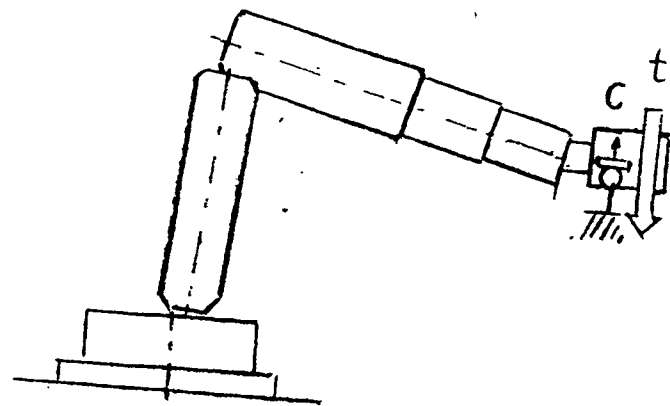
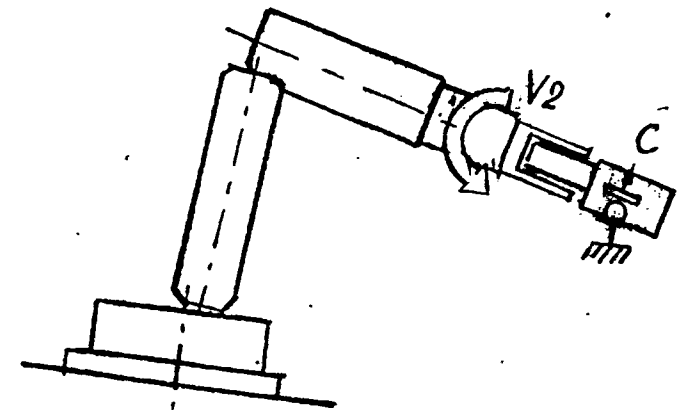
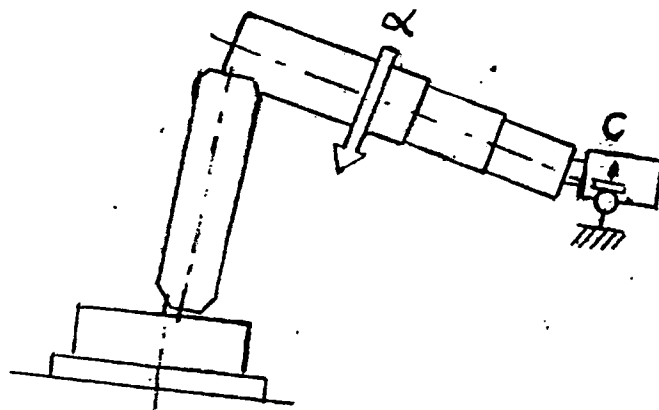
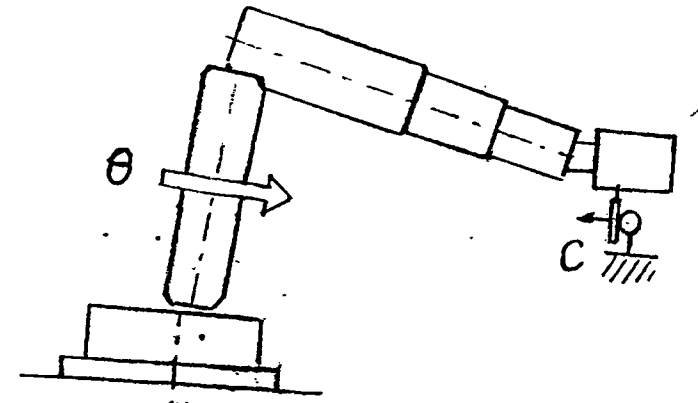
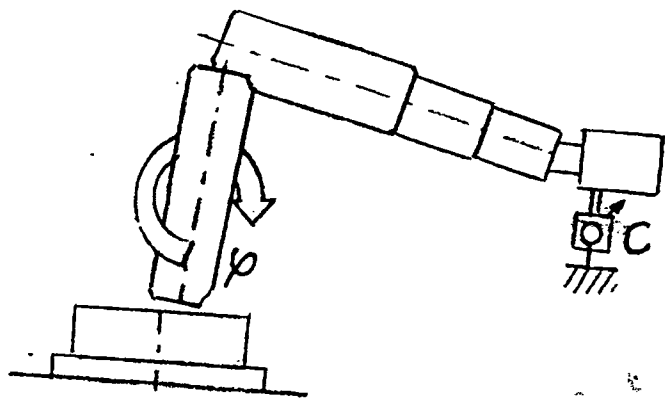
Rys. 2. Mechanizm pomiarowy powtarzalności pozycjonowania.

1-korpus z łożyskami, 2-płyta czołowa, 3-prowadnice. 4-ograniczniki zakresu pomiarowego, 5-sprężyna powrotna, 6-czujnik przesunięcia W10K /Hottinger/, 7-zacisk łączący z robotem, 8-segment obciążnika robota, 9-nieruchoma kula.

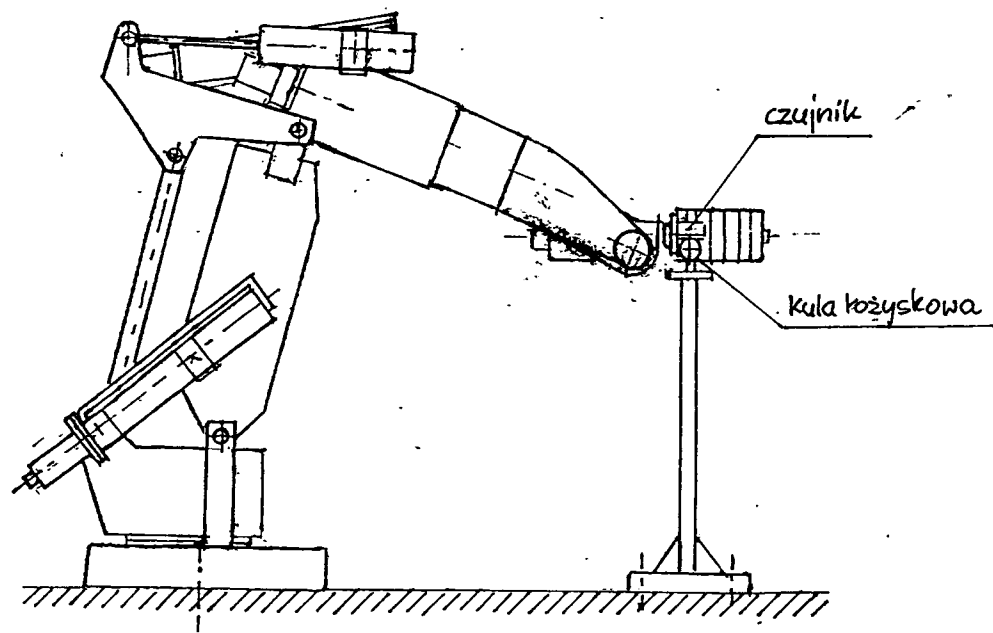
"K"-kierunek ruchu pozycjonowania do punktu pomiarowego,  
 $\Delta l$ -wielkość przesunięcia czujnika w pomiarowym punkcie pozycjonowania.



Rys.3 Położenie punktu odniesienia przy badaniu postarzalności pozycjonowania

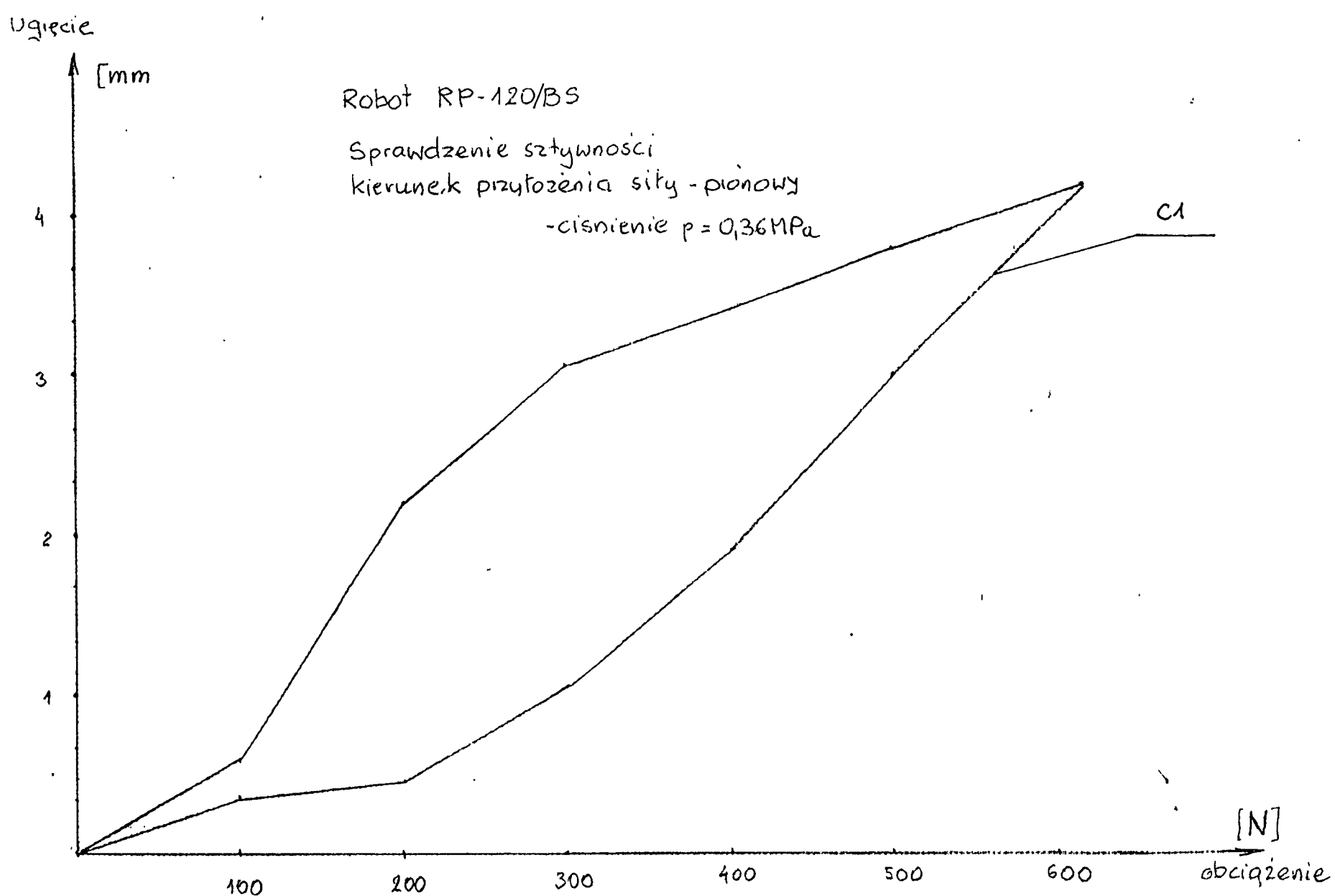
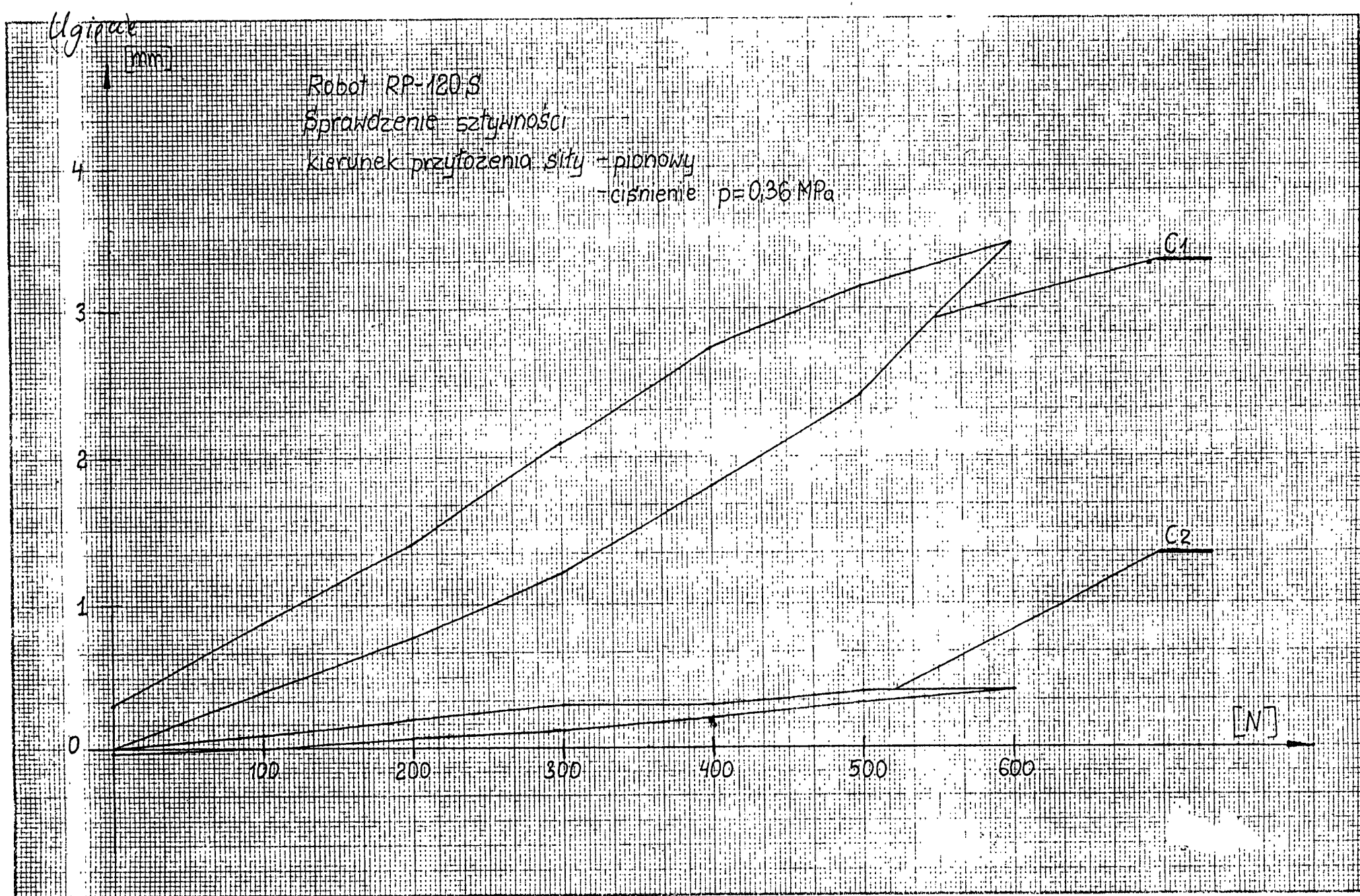


Rys. 4



Rys. 5 . Układ robota przy badaniu sztywności

Rys. 6



Rys. 6. Porównawczy wykres sztywności robotów RP120S i RP120BS

## Podstawowe parametry napędów robotów RP120Bs (BOSCH) i RP120S

Nr osi robota	Robot RP120S		Robot RP120Bs	
	silnik	przekładnia	silnik	przekładnia
I ( $\Phi$ )	12 Nm 3000 obr/min	FA 65 i=89	13 Nm 3000 obr/min	FA 65 i=179
II ( $\Theta$ )	12 Nm 3000 obr/min	śruba kulowa s=10 mm	9,5 Nm 6000 obr/min	śruba kulowa s=10 mm
III ( $\alpha$ )	5,4 Nm 3000 obr/min	śruba kulowa s=10 mm	8,2 Nm 6000 obr/min	śruba kulowa s=10 mm
IV ( $V_2$ )	5,4 Nm 3000 obr/min	FA 35 i=89	6,5 Nm 6000 obr/min	FA 35 i=119
V (t)	5,4 Nm 3000 obr/min	FA 35 i=119	6,5 Nm 6000 obr/min	FA 35 i=89
VI ( $V_1$ )	3,2 Nm 3000/0br/min	HDUC 50 i=200	4,2 Nm 3000 obr/min	HDUC 50 i=200



Zestaw parametrów maszynowych w układzie rho3.

-----  
(Maschinenparameter ohne Passwort aenderbar (1), nicht aenderbar (0))

PALL A L L G E M E I N E S Y S T E M P A R A M E T E R  
=====

P1	ANZAHL DER KINEMATIKEN 1	0
P2	MASCHINEN-KONFIGURATION Maschinentyp: 0	0
P3	ANZAHL DER ZEITEN UND ZAEHLER (Anz, 8,16,24,32): 8	0
P4	PARITAET FUER EINGABEN AM INTERFACE Keine	0
P5	CLOCK-STARTZEITEN P2-Clockzeit in ms 20 Teiler P2-Clockzeit SERVOKARTE 1 : 4	0
P6	LAUFZEIT-UEBERWACHUNG in ms P1 200 P2 200	0
P7	AUFTEILUNG DES ANWENDERSPEICHERS Es stehen 256 k-BYTE zur Verfuegung. 64.00 k-BYTE System-Heap 64.00 k-BYTE EMX-Heap 128.00 k-BYTE Programmspeicher	0
P8	STROBEZEIT GANZ-ANWENDER-AUSGAENGE in ms AUSGANG 401 110 AUSGANG 402 110 AUSGANG 403 110 AUSGANG 404 110 AUSGANG 405 110 AUSGANG 406 110 AUSGANG 407 110 AUSGANG 408 110	0
P9	STROBEZEIT SYSTEM-AUSGAENGE in ms 110	0
P10	AUSWAHL LANDESSPRACHE deutsch(0), englisch(1), italienisch(2) 0	0
P11	SERVOKARTEN-EINGAENGE SERVOKARTE 1 Anz.Mess-Tast: 0 Anz.schn.Eing: 0  SERVOKARTE 2 Anz.Mess-Tast: 0	0

nz.schn.Eing: 0

ERVOKARTE 3

nz.Mess-Tast: 0

nz.schn.Eing: 0

'12 AENDERUNG DER MASCHINENPARAMETER 0

'13 ZEITEN FUER PIC 250 in ms 0

T0 10

T1 10

T2 10

T3 10

T4 10

T5 20

T6 50

T7 100

P14 ZAEHLER FUER PIC 250 0

Z0 1

Z1 2

Z2 4

Z3 8

Z4 10

Z5 20

Z6 40

Z7 80

P15 SERVOKARTENTYPEN 0

SERVOKARTE 1 4

SERVOKARTE 2 0

SERVOKARTE 3 0

P16 IRDATA-STACK GROESSE 0  
1.00 k-BYTE

P17 DIREKT-EINGAENGE 0

1.BAPS BIN.Nr.: 0

Anz.BIN.-Eing.: 0

Adr. BIN-Eing : 88.0

2.BAPS BIN.Nr.: 0

Anz.BIN.-Eing.: 0

Adr. BIN-Eing : 88.0

BAPS GANZ-E.Nr: 0

Anz.GANZ-Eing.: 0

Adr.GANZ-Eing.: 88.0

StrAdr.GANZ E0: 88.0

ParAdr.GANZ E0: 88.0

P18 DIREKT-AUSGAENGE 0

1.BAPS BIN.Nr.: 0

Anz.BIN.-Ausg.: 0

Adr. BIN. A000: 88.0

2.BAPS BIN.Nr.: 0

Anz.BIN.-Ausg.:	0	
Adr. BIN. A000:	88.0	
1.BAPS GANZ-Nr:	0	
Anz.GANZ-Ausg.:	0	
1.EA-Logik Nr.:	0	
Anz.Ausg. EAL :	0	
P19	PHG-TASTENGRUPPEN	0
	5	
P20	E/A-BAUGRUPPEN-KONFIGURATION	0
	0	
P21	ADRESSIERUNG SPS-EIN/AUSGAENGE	0
ANF.ADR. EINGAENGE	0	
END.ADR. EINGAENGE	44	
ANF.ADR. AUSGAENGE	0	
END.ADR. AUSGAENGE	44	
P22	GLOBALE GRENZE AFAKTOR/DFAKTOR	0
AFAKTOR		
Minimalwert :	0.01%	
Maximalwert :	999.99%	
DFAKTOR		
Minimalwert :	0.01%	
Maximalwert :	999.99%	
P23	GLOBALE GRENZE VFAKTOR	0
VFAKTOR		
Minimalwert :	0.01%	
Maximalwert :	999.99%	
P24	ANWENDER-AUSGAENGE LOESCHEN	0
loeschen bis AnwAusg:	120	
P25	RUECKSETZEN DER A/D/V-FAKTOREN	0
kin.-abh. Faktoren		
Grundstellung:	0	
AUTO ==> HAND:	0	
HAND ==> AUTO:	0	
Proz.Anw/Start:	0	
globale A/D/V-Fakt.		
Grundstellung:	0	
AUTO ==> HAND:	0	
HAND ==> AUTO:	0	
Proz.Anw/Start:	0	
P26	SPEICHER-TESTS	0
(Ein=0, Aus=1):	0	
P27	STROBE GANZ-EINGAENGE	0
(mit Strobe=0, ohne Strobe=1):	0	
P28	VERFUEGBARE OPTIONEN	0
Kreis :	01	
Spiegeln :	01	
Dateien-E/A :	01	

Linear-Interp. : 01  
Programm-Slope : 01  
Sinus\*2-Slope : 01  
Kod. Text.,MZA : 01  
Werkzeug : 01  
A/D/V-Faktor IF: 01  
Mehrere Kin. : 01  
Ueberschleifen : 01  
3964R Protokoll: 01  
Globale Daten : 01  
MaschPos setzen: 01  
Online-Funkt. : 01  
BS:Kurvenscheib: 01  
Datei im EEPROM: 01  
Kod.Anw.PHG-Fkt: 01

P29 SK-SOFTWARE

SERVOKARTE 1 0  
SERVOKARTE 2 0  
SERVOKARTE 3 0

P30 E/A-KONFIGURATION CAN-BUS

CAN-BUS 1  
Anz.dig.Eing.-Bl.: 0  
Anz.dig.Ausg.-Bl.: 0  
Baudrate : 0 (1 MBaud)

CAN-BUS 2  
Anz.dig.Eing.-Bl.: 0  
Anz.dig.Ausg.-Bl.: 0  
Baudrate : 0 (1 MBaud)

P100 G E S C H W I N D I G K E I T E N  
 =====

P101 NENN-NACHLAUF in grad bzw. mm 0  
 ROBI\_1  
 Nenn-Nachlauf  
 A01 ~~66.00~~ 33,00

Nenn-Nachlauf  
 A02 66.00

Nenn-Nachlauf  
 A03 66.00

Nenn-Nachlauf  
 A04 66.00

Nenn-Nachlauf  
 A05 66.00

Nenn-Nachlauf  
 A06 66.00

P102 MAXIMALE BAHNGESCHW. in mm/s 0  
 ROBI\_1  
 1500.00

P103 MAXIMALE ACHSGESCHW. PTP in grad/s bzw. mm/s 0  
 ROBI\_1  
 A01 ~~50.00~~ 95,5  
 A02 ~~50.00~~ 113,8  
 A03 ~~50.00~~ 114,3  
 A04 ~~50.00~~ 176,5  
 A05 ~~50.00~~ 162,0  
 A06 ~~50.00~~ 90,0

P104 SLOPE-BESCHL. PTP IN MK in grad/s<sup>2</sup> bzw. mm/s<sup>2</sup> 0  
 ROBI\_1  
 A01 9999.00  
 A02 9999.00  
 A03 9999.00  
 A04 9999.00  
 A05 9999.00  
 A06 9999.00

P105 SLOPE-PUNKT PTP IN MK in grad/s bzw. mm/s 0  
 ROBI\_1  
 A01 ~~2000.00~~ 29,0  
 A02 ~~2000.00~~ 34,0  
 A03 ~~2000.00~~ 34,0  
 A04 ~~2000.00~~ 53,0  
 A05 ~~2000.00~~ 49,0  
 A06 ~~2000.00~~ 27,0

P106 SLOPE-PUNKT BAHNBETRIEB in mm/s 0  
 ROBI\_1  
 Satz-Slope aktiv : 0.00  
 Programm-Slope aktiv : 0.00

P107	SLOPE-PUNKT JOG IN RK in mm/s	0
ROBI_1		
K01	2000.00	
K02	2000.00	
K03	2000.00	
K04	2000.00	
K05	2000.00	
K06	2000.00	
P108	REFERENZPUNKT-GESCHWIND. in grad/s bzw. mm/s	0
ROBI_1		
A01	10.00	
A02	10.00	
A03	10.00	
A04	10.00	
A05	10.00	
A06	10.00	
P109	1.REDUZ. REF.PKT.GESCHW. in grad/s bzw. mm/s	0
ROBI_1		
A01	10.00	
A02	10.00	
A03	10.00	
A04	10.00	
A05	10.00	
A06	10.00	
P110	2.REDUZ. REF.PKT.GESCHW. in grad/s bzw. mm/s	0
ROBI_1		
A01	4.00	
A02	4.00	
A03	4.00	
A04	4.00	
A05	4.00	
A06	4.00	
P111	JOG-GESCHW. RK LANGSAM in mm/s	0
ROBI_1		
K01	25.00	
K02	25.00	
K03	25.00	
K04	25.00	
K05	25.00	
K06	25.00	
P112	JOG-GESCHW. RK SCHNELL in mm/s	0
ROBI_1		
K01	75.00	
K02	75.00	
K03	75.00	
K04	25.00	
K05	25.00	
K06	25.00	
P113	JOG-GESCHW. MK LANGSAM in grad/s bzw. mm/s	0
ROBI_1		
A01	4.00	
A02	3.00	
A03	3.00	
A04	15.00	

A05 15.00  
A06 20.00

P114 JOG-GESCHW. MK SCHNELL in grad/s bzw. mm/s 0

ROBI\_1

A01	<del>15.00</del>	29,0
A02	<del>9.00</del>	34,0
A03	<del>9.00</del>	34,0
A04	<del>80.00</del>	53,0
A05	<del>80.00</del>	49,0
A06	<del>80.00</del>	27,0

P115 INKREMENT-SCHRITTE RK in mm 0

ROBI\_1

Schrittmass 1	1.00
Schrittmass 2	10.00

P116 INKREMENT-SCHRITTE MK in grad bzw. mm 0

ROBI\_1

Schrittmass 1	0.50
Schrittmass 2	5.00

P117 A/D-SLOPE JOG IN RK in mm/s2 0

ROBI\_1

Beschleunigung :

K01	1000.00
K02	1000.00
K03	1000.00
K04	1000.00
K05	1000.00
K06	1000.00

Bremsverzögerung :

K01	0.00
K02	0.00
K03	0.00
K04	0.00
K05	0.00
K06	0.00

P118 BEREICH AFAKTOR / DFAKTOR 0

ROBI\_1

AFAKTOR

Minimalwert :	0.01%
Maximalwert :	999.99%

DFAKTOR

Minimalwert :	0.01%
Maximalwert :	999.99%

P119 BEREICH VFAKTOR 0

ROBI\_1

VFAKTOR

Minimalwert :	0.01%
Maximalwert :	333.33%

P120 SLOPE-ART (SATZ-SLOPE=0, Progr.-SLOPE=1) 0

ROBI\_1

0

P121 SLOPE-FORM (RAMPE=0, SIN2=1) 0



ROBI\_1

0

P122 A/D AENDERUNGSZEITEN FUER PTP MK in ms

0

ROBI\_1

Beschleunigung :

A01	100.00
A02	100.00
A03	100.00
A04	100.00
A05	100.00
A06	100.00

Bremsverzögerung :

A01	100.00
A02	100.00
A03	100.00
A04	100.00
A05	100.00
A06	100.00

P123 A/D AENDERUNGSZEITEN FUER JOG RK in ms

0

ROBI\_1

Beschleunigung :

K01	100.00
K02	100.00
K03	100.00
K04	100.00
K05	100.00
K06	100.00

Bremsverzögerung :

K01	100.00
K02	100.00
K03	100.00
K04	100.00
K05	100.00
K06	100.00

P124 A/D AENDERUNGSZEITEN FUER BAHNBETRIEB in ms

0

ROBI\_1

Beschleunigung : 100.00

Bremsverzögerung : 100.00

P125 ABSCHALTZEIT BEI INTERPOLATOR-STOP in ms

0

ROBI\_1

A01	2000
A02	2000
A03	2000
A04	2000
A05	2000
A06	2000

P126 ABSCHALTZEIT BEI STILLSTANDSUEBERWACHUNG in ms

0

ROBI\_1

A01	2000
A02	2000
A03	2000
A04	2000
A05	2000

A06 2000

P127 <IN POS.>-BEREICH BEI STILLSTANDSUEBERWACHUNG in mm bzw. grad 0

ROBI\_1  
A01 10.00  
A02 10.00  
A03 10.00  
A04 10.00  
A05 10.00  
A06 10.00

P128 A/D-SLOPE JOG IN MK in grad/s2 bzw. mm/s2 0

ROBI\_1  
Beschleunigung :  
A01 ~~0.00~~ 200,0  
A02 ~~0.00~~ 200,0  
A03 ~~0.00~~ 200,0  
A04 ~~0.00~~ 200,0  
A05 ~~0.00~~ 200,0  
A06 ~~0.00~~ 200,0

Bremsverzoeigerung :  
A01 ~~0.00~~ 200,0  
A02 ~~0.00~~ 200,0  
A03 ~~0.00~~ 200,0  
A04 ~~0.00~~ 200,0  
A05 ~~0.00~~ 200,0  
A06 ~~0.00~~ 200,0

P129 SLOPE-PUNKT JOG IN MK in grad/s bzw. mm/s 0

ROBI\_1  
A01 ~~0.00~~ 29,0  
A02 ~~0.00~~ 34,0  
A03 ~~0.00~~ 34,0  
A04 ~~0.00~~ 53,0  
A05 ~~0.00~~ 49,0  
A06 ~~0.00~~ 27,0

P130 A/D AENDERUNGSZEITEN FUER JOG MK in ms 0

ROBI\_1  
Beschleunigung :  
A01 ~~0.00~~ 100,0  
A02 ~~0.00~~ 100,0  
A03 ~~0.00~~ 100,0  
A04 ~~0.00~~ 100,0  
A05 ~~0.00~~ 100,0  
A06 ~~0.00~~ 100,0

Bremsverzoeigerung :  
A01 ~~0.00~~ 100,0  
A02 ~~0.00~~ 100,0  
A03 ~~0.00~~ 100,0  
A04 ~~0.00~~ 100,0  
A05 ~~0.00~~ 100,0  
A06 ~~0.00~~ 100,0

P200 P O S I T I O N E N

=====

P201 <IN POSITION>-BEREICH in mm bzw. grad 0

ROBI\_1

A01 4.00  
A02 4.00  
A03 4.00  
A04 4.00  
A05 4.00  
A06 4.00

P202 SOFTWARE-ENDSCHALTER POSITIV RK. in mm bzw. grad 0

ROBI\_1

K01 9999.99  
K02 9999.99  
K03 9999.99  
K04 9999.99  
K05 9999.99  
K06 9999.99

P203 SOFTWARE-ENDSCHALTER NEGATIV RK. in mm bzw. grad 0

ROBI\_1

K01 -9999.99  
K02 -9999.99  
K03 -9999.99  
K04 -9999.99  
K05 -9999.99  
K06 -9999.99

P204 SOFTWARE-ENDSCHALTER POSITIV MK. in mm bzw. grad 0

ROBI\_1

A01 9999.00  
A02 9999.00  
A03 9999.00  
A04 9999.00  
A05 9999.00  
A06 9999.00

P205 SOFTWARE-ENDSCHALTER NEGATIV MK. in mm bzw. grad 0

ROBI\_1

A01 -9999.00  
A02 -9999.00  
A03 -9999.00  
A04 -9999.00  
A05 -9999.00  
A06 -9999.00

P206 SOFTWARE-ENDSCHALTER TOLERANZ in mm bzw. grad 0

ROBI\_1

A01 1.50  
A02 1.50  
A03 1.50  
A04 1.50  
A05 1.50  
A06 1.50

P207 REFERENZ-PUNKT-ISTWERT in mm bzw. grad 0

ROBI\_1

A01 0.00

A02 0.00  
A03 0.00  
A04 0.00  
A05 0.00  
A06 0.00

P208 REFERENZ-PUNKT-VERSATZ in mm bzw. grad 0

ROBI\_1

A01 0.00  
A02 0.00  
A03 0.00  
A04 0.00  
A05 0.00  
A06 0.00

P209 MAXIMALWERT OFFSETABGLEICH in mm bzw. grad 0

ROBI\_1

A01 1.00  
A02 1.00  
A03 1.00  
A04 1.00  
A05 1.00  
A06 1.00

P210 OFFSETABGL.-GRENZWERT VORALARM in mm bzw. grad 0

ROBI\_1

A01 5.00  
A02 5.00  
A03 5.00  
A04 5.00  
A05 5.00  
A06 5.00

P211 OFFSETABGL.-GRENZWERT HAUPTALARM in mm bzw. grad 0

ROBI\_1

A01 10.00  
A02 10.00  
A03 10.00  
A04 10.00  
A05 10.00  
A06 10.00

P212 UEBERSCHLEIF-DISTANZ/FAKTOR VOREINSTELLUNG in mm bzw. grad 0

ROBI\_1

RAD 0.00  
FAK 0.00

P213 UEBERSCHLEIF-DISTANZ MK in mm bzw. grad 0

ROBI\_1

A01 0.00  
A02 0.00  
A03 0.00  
A04 0.00  
A05 0.00  
A06 0.00

P214 UEBERSCHLEIF-KRITERIUM (Achsbezogen=0, Raumbezogen=1) 0

ROBI\_1

0

P300 K I N . - A B H . S Y S T E M - P A R A M E T E R  
=====

P301 KINEMATIK-NAME 0  
ROBI\_1  
1. KINEMATIK : ROBI\_1

P302 ACHSANZAHL 0  
ROBI\_1  
6

P303 ACHSTYP 0  
ROBI\_1  
(0=Normal-; 1=Hand-; 2=Zusatz-; 3=Endlos-Achse)  
A01 0  
A02 0  
A03 0  
A04 0  
A05 0  
A06 0

P304 ACHSNAMEN (MK) in ASCII 0  
ROBI\_1  
A01  
A02  
A03  
A04  
A05  
A06

P305 ACHSKOORDINATEN (RK) in ASCII 0  
ROBI\_1  
K01  
K02  
K03  
K04  
K05  
K06

P306 ROBOTER-TYP 0  
ROBI\_1  
0  
Referieren in allen Achsen aufgrund von Mehrdeutigkeiten  
0  
Wiederaufsetzen nach Mehrdeutigkeit durch Lesen der Istposition  
0  
IPOS-Lesen Soll/Ist  
0  
Aut. Offsetabgl. J/N  
0  
Endl.A.im Hauptb.J/N  
0  
RK-Achsueberwachung  
0

P308 ACHSKOPPLUNGS-FAKTOREN  
ROBI\_1  
KOPPLUNGSFAKTOR 01 0.00  
KOPPLUNGSFAKTOR 02 0.00

KOPPLUNGSFAKTOR 03	0.00
KOPPLUNGSFAKTOR 04	0.00
KOPPLUNGSFAKTOR 05	0.00
KOPPLUNGSFAKTOR 06	0.00
KOPPLUNGSFAKTOR 07	0.00
KOPPLUNGSFAKTOR 08	0.00

309 FLANSCHKOORDINATENSYSTEM (Montageungenauigkeiten) 0

ROBI\_1

FLANSCH_X	0.00
FLANSCH_Y	0.00
FLANSCH_Z	0.00
FLANSCH_O1	0.00
FLANSCH_O2	0.00
FLANSCH_O3	0.00

310 VERSCHIEBUNG DES RAUMKOORDINATENSYSTEMS in mm 0

ROBI\_1

X_0	0.00
Y_0	0.00
Z_0	0.00
X1_0	0.00
X2_0	0.00
X3_0	0.00

311 MODULOWERT ENDLOSACHSE in mm bzw. grad 0

ROBI\_1

A01	1.00
A02	1.00
A03	1.00
A04	1.00
A05	1.00
A06	1.00

312 REGLER-TYP 0

ROBI\_1

A01	0
A02	0
A03	0
A04	0
A05	0
A06	0

P400 MESS - SYSTEM - PARAMETER

=====

P401 BESTUECKUNG DER MESS-SYSTEM-KARTE

0

ROBI\_1 A01

SERVOKARTE : 1  
 INKREMENTAL.-MS.  
 STECKER-NR. : X11 MODUL-NR. : 1 MARKERABSTAND : 1000  
 MS-BEWERTUNG : 1000.00  
 SOLLWERTAUSGANG : 1

ROBI\_1 A02

SERVOKARTE : 1  
 INKREMENTAL.-MS.  
 STECKER-NR. : X12 MODUL-NR. : 2 MARKERABSTAND : 1000  
 MS-BEWERTUNG : 1000.00  
 SOLLWERTAUSGANG : 2

ROBI\_1 A03

SERVOKARTE : 1  
 INKREMENTAL.-MS.  
 STECKER-NR. : X13 MODUL-NR. : 3 MARKERABSTAND : 1000  
 MS-BEWERTUNG : 1000.00  
 SOLLWERTAUSGANG : 3

ROBI\_1 A04

SERVOKARTE : 1  
 INKREMENTAL.-MS.  
 STECKER-NR. : X14 MODUL-NR. : 4 MARKERABSTAND : 1000  
 MS-BEWERTUNG : 1000.00  
 SOLLWERTAUSGANG : 4

ROBI\_1 A05

SERVOKARTE : 1  
 INKREMENTAL.-MS.  
 STECKER-NR. : X15 MODUL-NR. : 5 MARKERABSTAND : 1000  
 MS-BEWERTUNG : 1000.00  
 SOLLWERTAUSGANG : 5

ROBI\_1 A06

SERVOKARTE : 1  
 INKREMENTAL.-MS.  
 STECKER-NR. : X16 MODUL-NR. : 6 MARKERABSTAND : 1000  
 MS-BEWERTUNG : 1000.00  
 SOLLWERTAUSGANG : 6

P402 RICHTUNG REFERENZPUNKT ANFAHREN

0

(-1=negativ ; 0=kein Ref.pkt.Anf. ; +1=positiv)

ROBI\_1 A01 1  
 ROBI\_1 A02 1  
 ROBI\_1 A03 1  
 ROBI\_1 A04 1  
 ROBI\_1 A05 1  
 ROBI\_1 A06 1

P403 WIRKSAMKEIT REFERENZPUNKTSCHALTER

0

(-1=fallende Flanke ; 0=kein Schalter ; +1=steigende Flanke)

ROBI\_1 A01 -1  
 ROBI\_1 A02 -1





P500 B A N D - P A R A M E T E R  
=====

P501 ANZAHL DER BAENDER  
ROBI\_1

0

werscia cyfrowe

Byte φ1 : 0 <sup>7</sup> ~~1~~ 0 0 0 0 0 0  
(TOPIK (REZJOS. PRG))

Byte φ2 : <sup>8</sup> 1 0 0 0 0 0 0 <sup>1</sup> 0  
AUTOKW STOP RESET

Byte φ3 : 8 7 6 5 <sup>4</sup> 0 <sup>3</sup> 0 <sup>2</sup> 0 <sup>1</sup> 0  
przebiegi wyb. prog WYBOR PROG

Byte φ4 : <sup>8</sup> 0 0 0 0 0 0 <sup>2</sup> 0 <sup>1</sup> 0  
SYNCR

wyjscia cyf.

Byte φ1 : <sup>8</sup> 0 <sup>7</sup> 0 <sup>6</sup> 0 <sup>5</sup> 0 <sup>4</sup> 0 <sup>3</sup> 0 <sup>2</sup> 0 <sup>1</sup> 0  
BŁAD WYBORU

Wersja	TOφ5J	3.11.94
	P2TOφ5J	3.11.94
	8085 SW	2.12.92

Program PIC : R3\_4B\_D. P2X 508W

φS M 127.0  
1 UN M 127.0  
2 S M 127.0  
3 U E 8.2  
4 = A 10.2  
5 U E 88.0  
6 = A 15.0

max 8150  
PIC Address

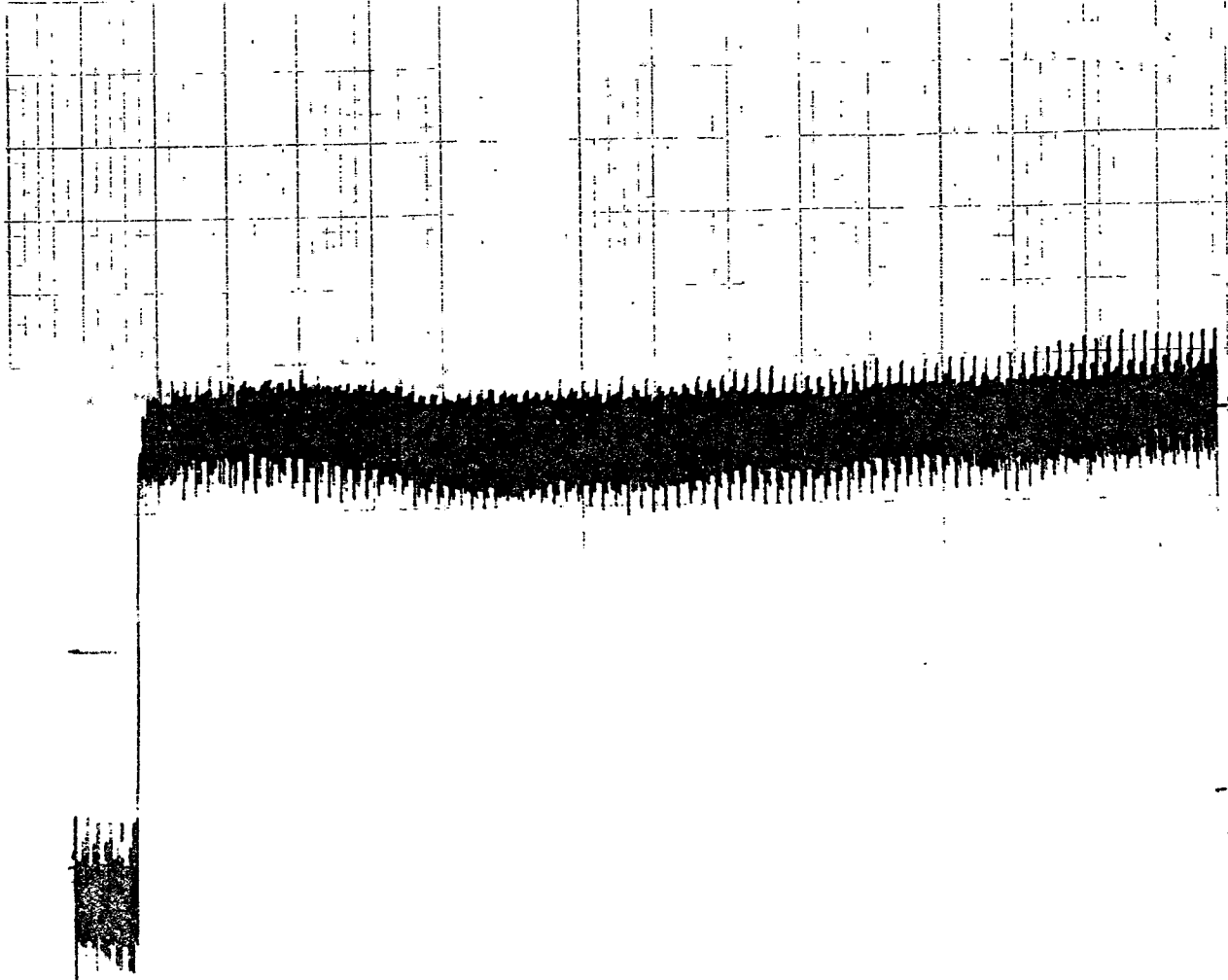


Nastawy regulacji PI sterowników mocy w robocie RP120Bs.

Nr osi ro- bo- ta	Pozycja poten- cjome- tru P	Pozycja poten- cjome- tru I	Położenie przełączników											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	2,5	7	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	
II	3	7	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	
III	3	7	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	
IV	3	6	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	
V	3	6	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	
VI	2	9	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	

"-" oznacza "off",

"+" oznacza "on"



150 mV  $\approx$  0,34 A  $\approx$  0,81 Nm

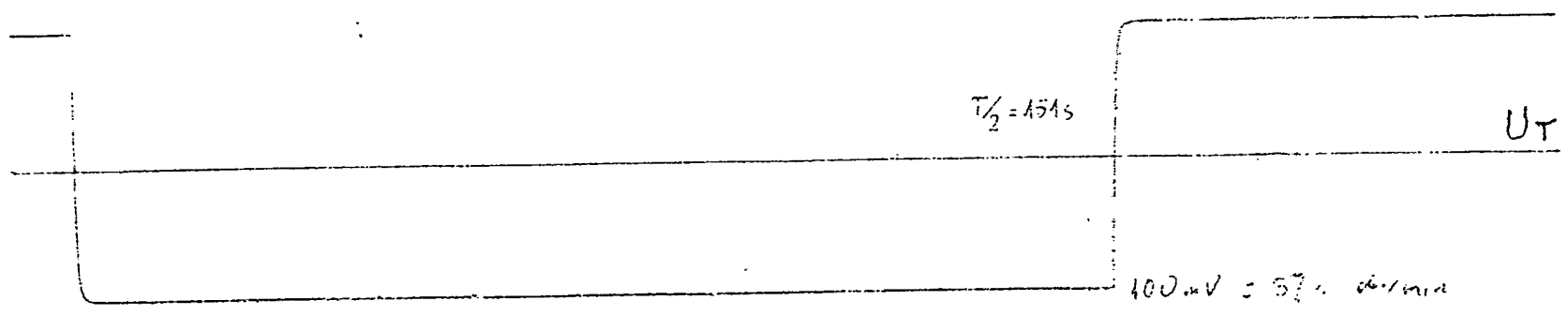
OS 1 b.o.  $U_T = 50 \text{ mV/cm}$   
 $V = 1,3 \%$   $I = 50 \text{ mV/cm}$   
 $T = 10 \text{ s/cm}$   
 siłki 13 Nm 3000/min  
 $K_{UT} = 2,7 \text{ V/1000 obr/min}$  SM 25/50  
 $I_0 = 15 \text{ A}$   
 $K_T = 0,8 \text{ Nm/A}$   
 $n_k = 2850 \text{ obr/min}$

I

+

-

prz. 1:179



$T/2 = 154 \text{ s}$

$U_T$

100 mV = 57 obr/min

siłki  $K_{UT} = 2,7 \text{ V/1000}$   
 siłki  $SU_T = 15,5 \text{ obr/min/cm}$

$\frac{27}{2850} \cdot 100 = 0,95\%$

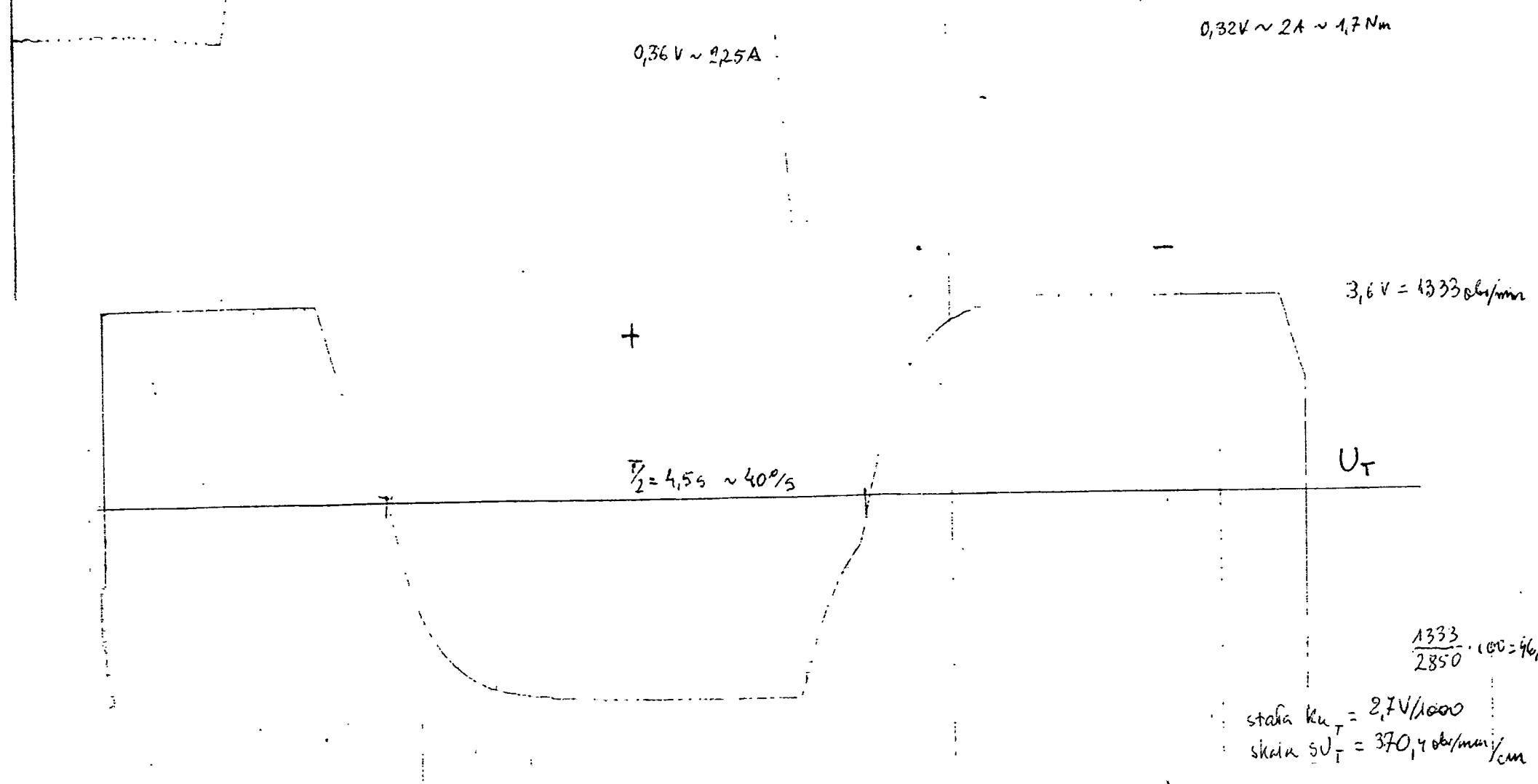
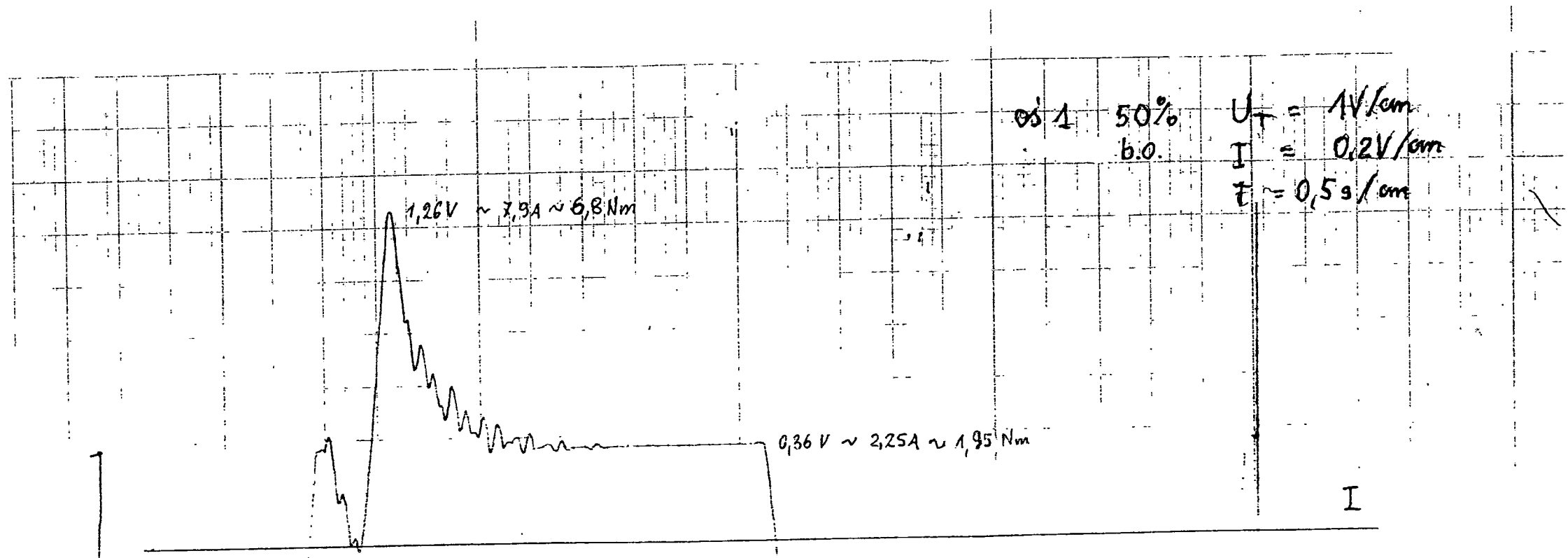
Wykres Nr A1

OS 1

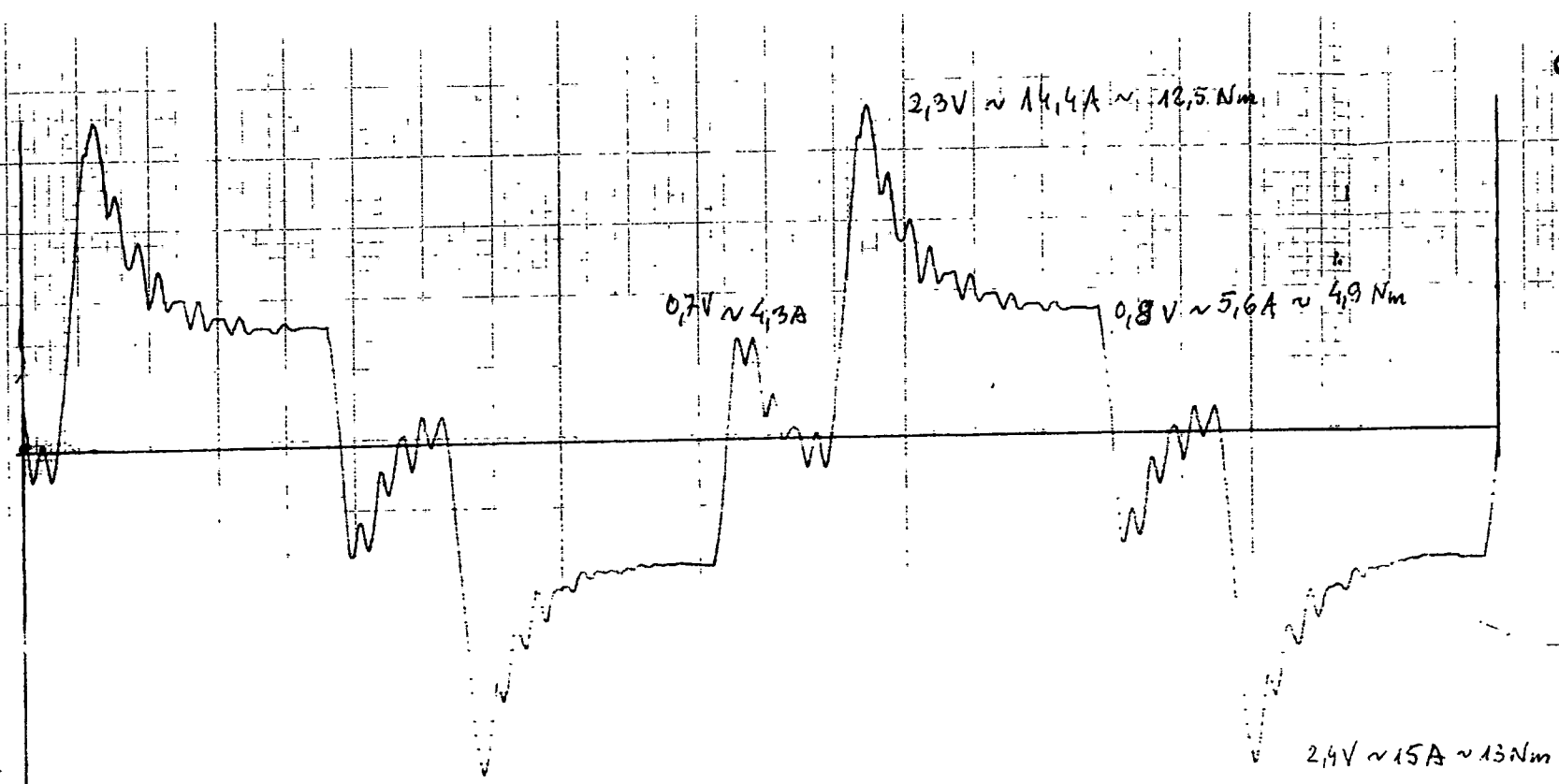
Q = 0 kg

V = 1,3 %

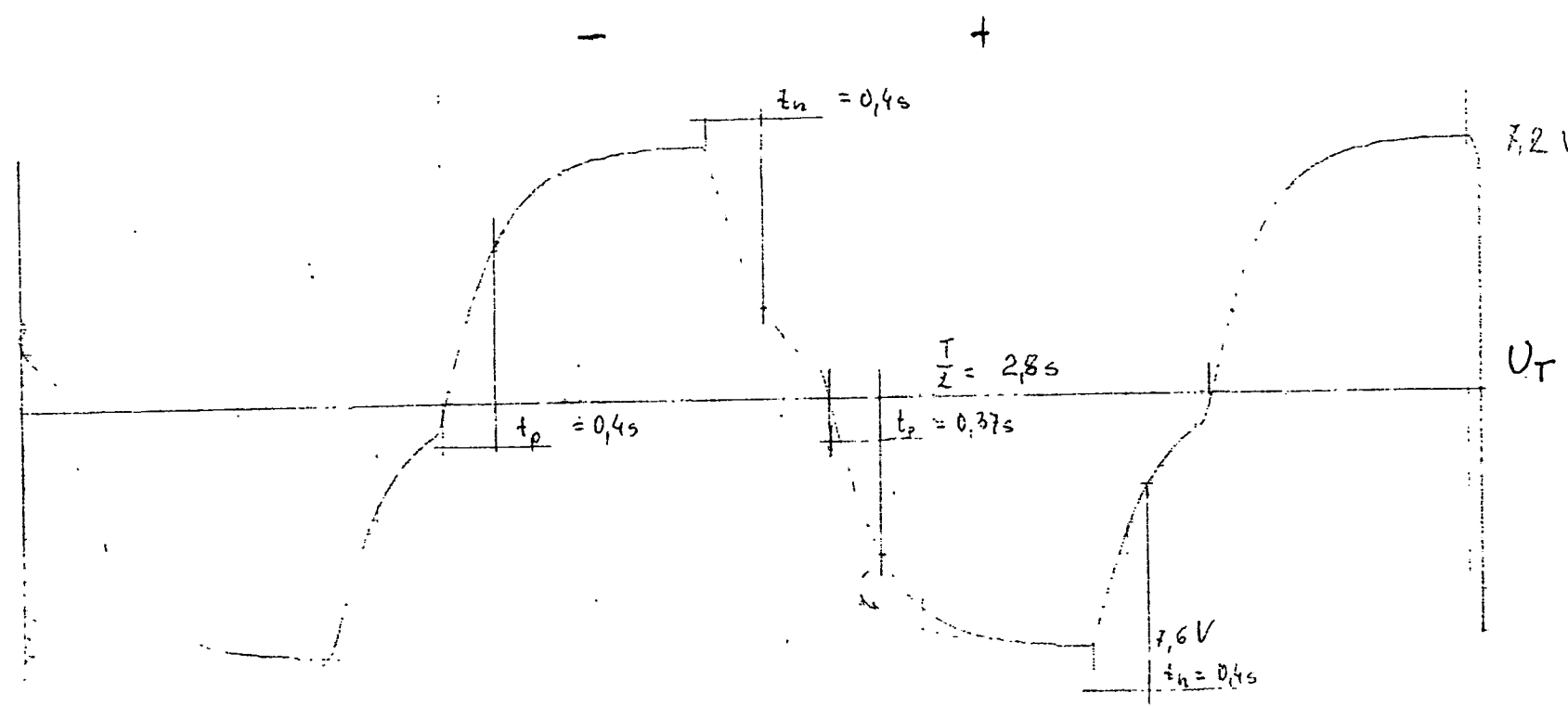
P = 0,25 MPa



Wykres Nr A2  
 OS 1  
 Q = 0 kg  
 V = 50 %  
 P = 0,25 MPa



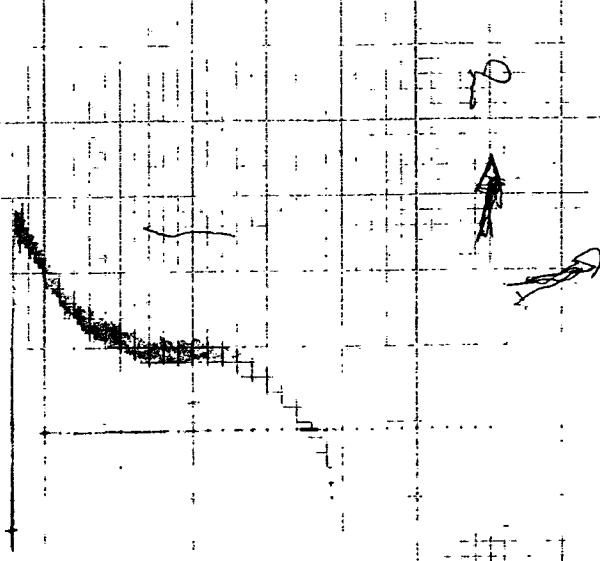
os 1 b.o.  
 $V = 100\%$   
 $U_T = 2V/cm$   
 $I = 0,5V/cm$   
 $t = 0,5s/cm$



7,2V = 2666 obr/min = 93 %  
 $100 \cdot \frac{2666}{2850} = 93\%$

Wykres Nr A3  
 OS 1  
 Q = 0 kg  
 V = 100 %  
 P = 0,25 MPa

5s



05 2 b.o. 13%

$U_T = 20 \text{ mV/cm}$

$I = 0,2 \text{ V/cm}$

$F = 10 \text{ s/cm}$

silnik 9,5 Nm 6000/min

$K_T = 1,8 \text{ V/1000 obr/min}$

$I_0 = 15 \text{ A SM 25/50}$

$K_T = 0,64$

$n_k = 4800 \text{ /min}$

$0,6 \text{ V} \sim 3,75 \text{ A} \sim 2,4 \text{ Nm}$

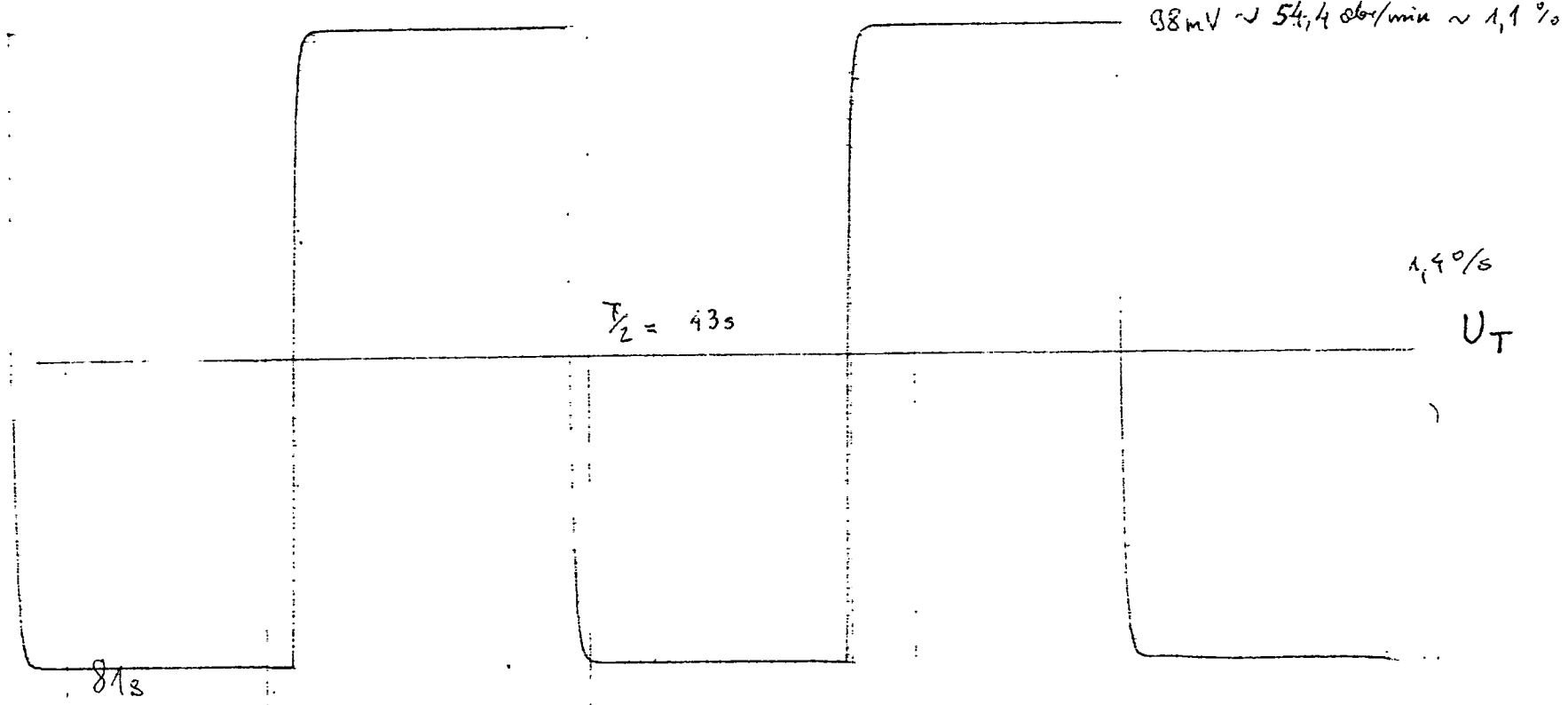
$0,22 \text{ V} \sim 1,35 \text{ A} \sim 0,86 \text{ Nm}$

I

$0,3 \text{ V} \sim 1,9 \text{ A} \sim 1,2 \text{ Nm}$

$0,76 \text{ V} \sim 4,75 \text{ A} \sim 3 \text{ Nm}$

+ - +



$38 \text{ mV} \sim 54,4 \text{ obr/min} \sim 1,1 \%$

$T/2 = 43 \text{ s}$

1,4%

$U_T$

$i_w = 223$

30/15

+30

-30

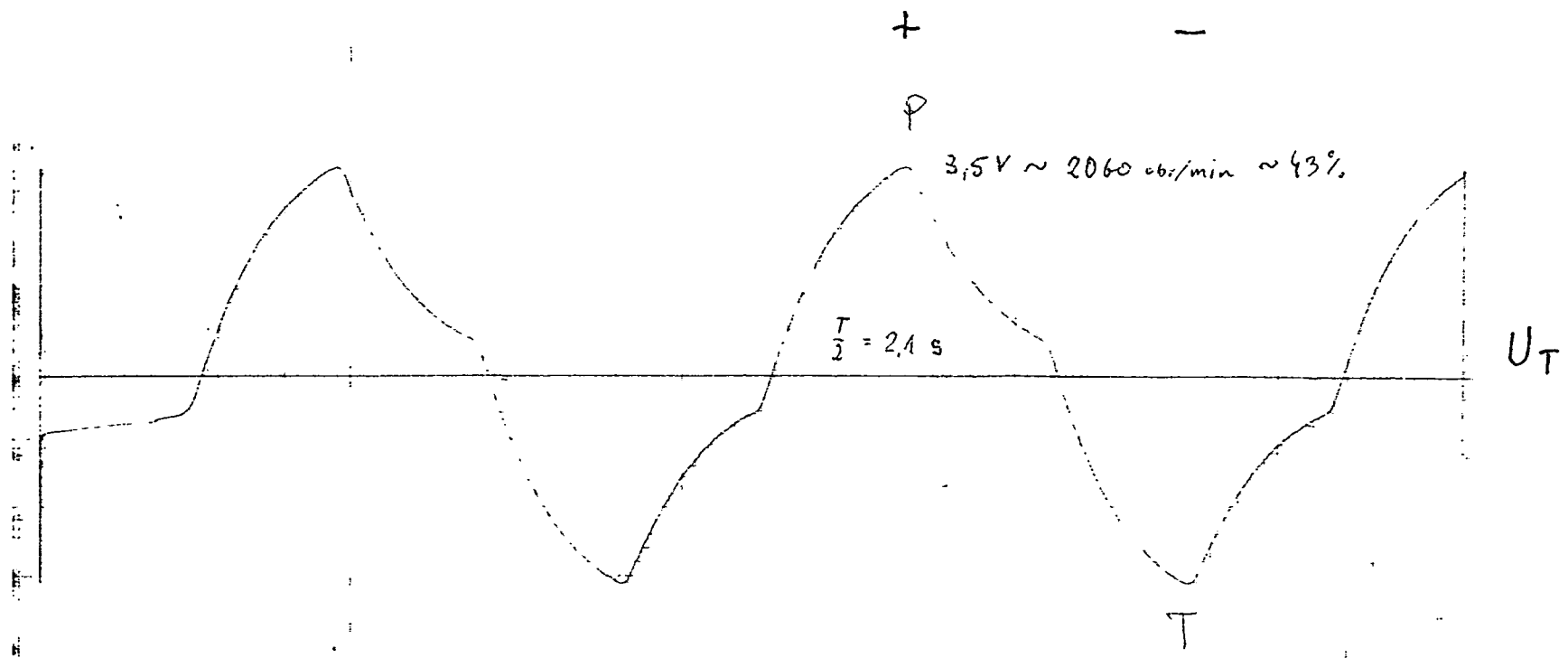
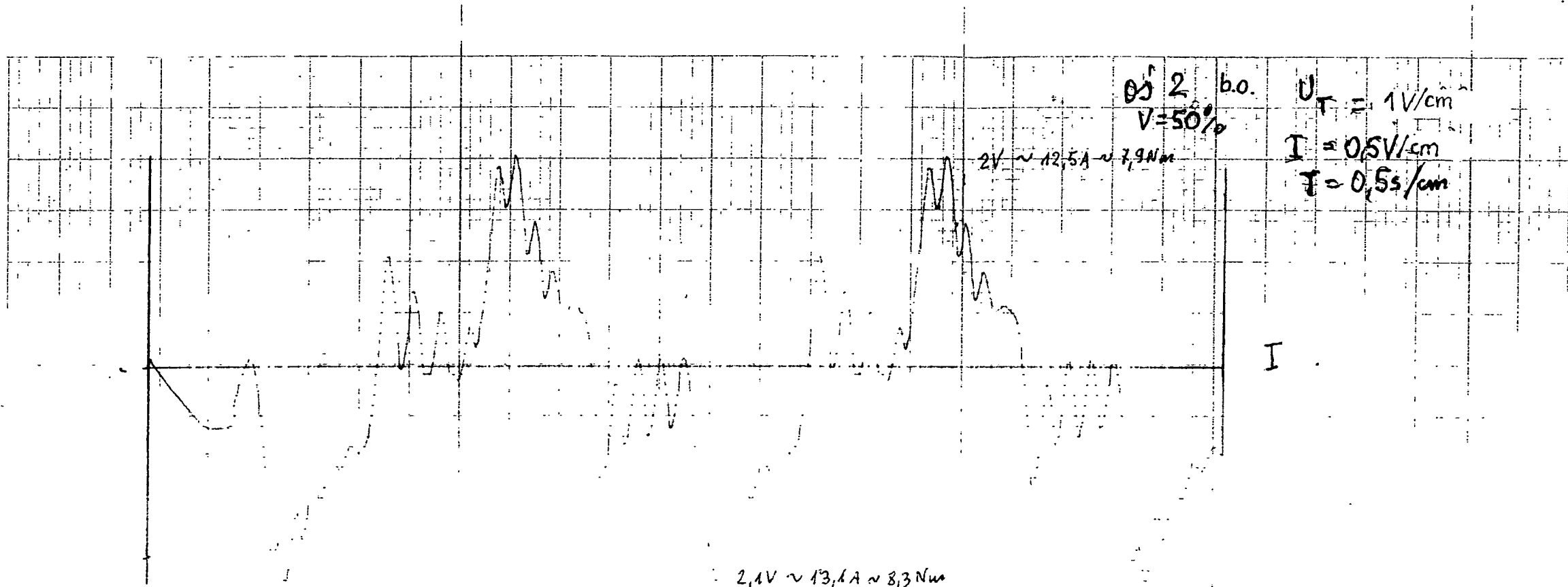
Wykres Nr A4

05 2

Q = 0 kg

V = 1,3 %

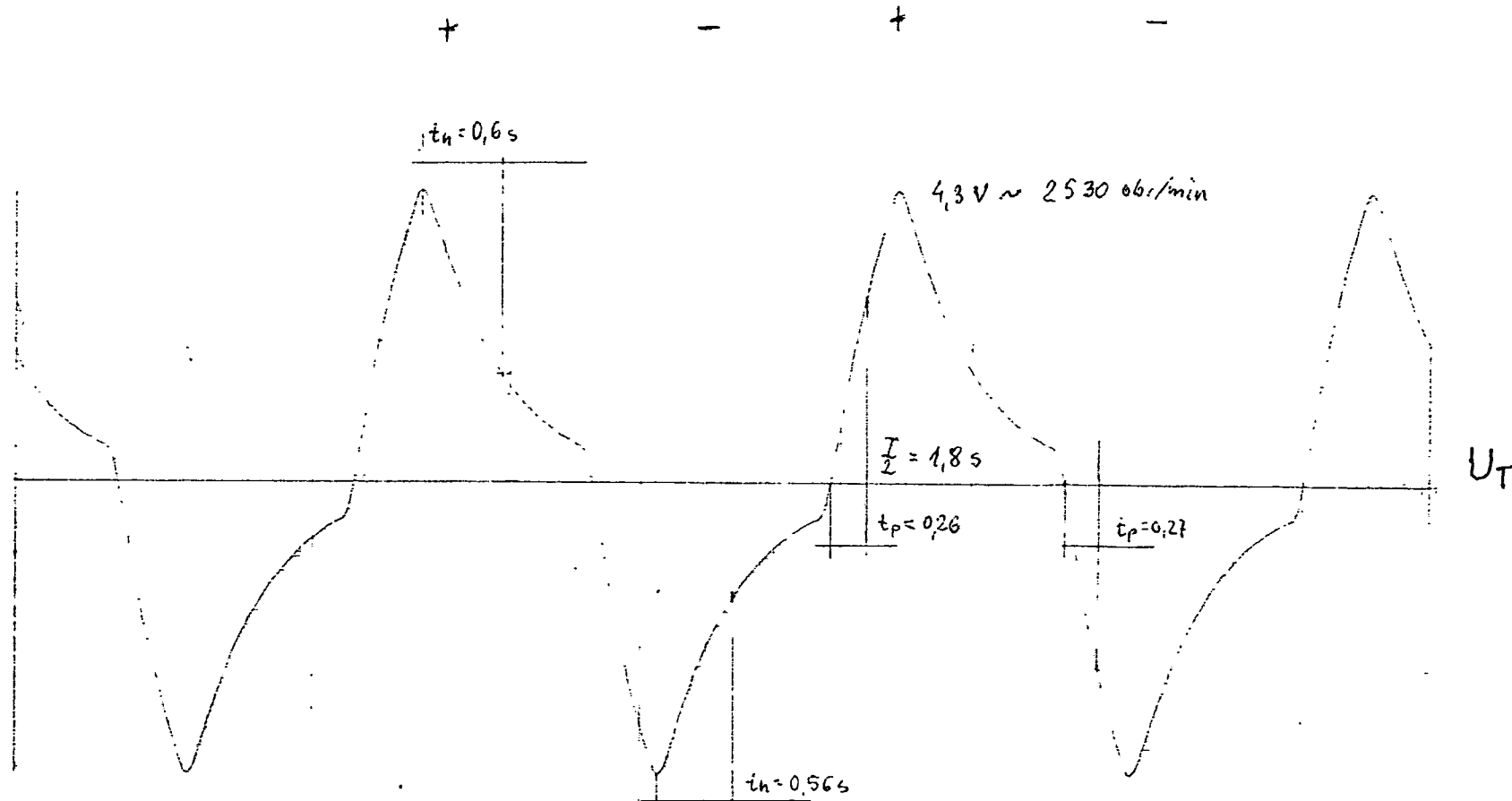
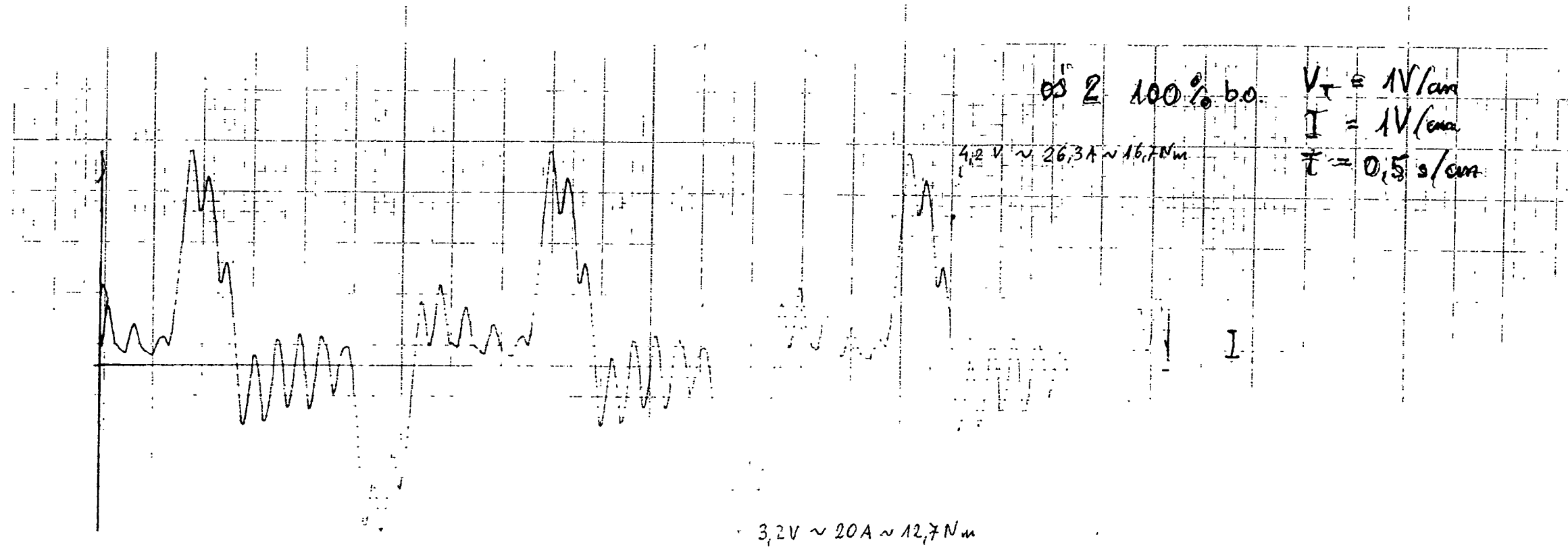
P = 0,25 MPa



Wykres Nr A5

05 2  
 $Q = 0 \text{ kg}$   
 $V = 50\%$   
 $P = 0,25 \text{ MPa}$





Wykres Nr A6

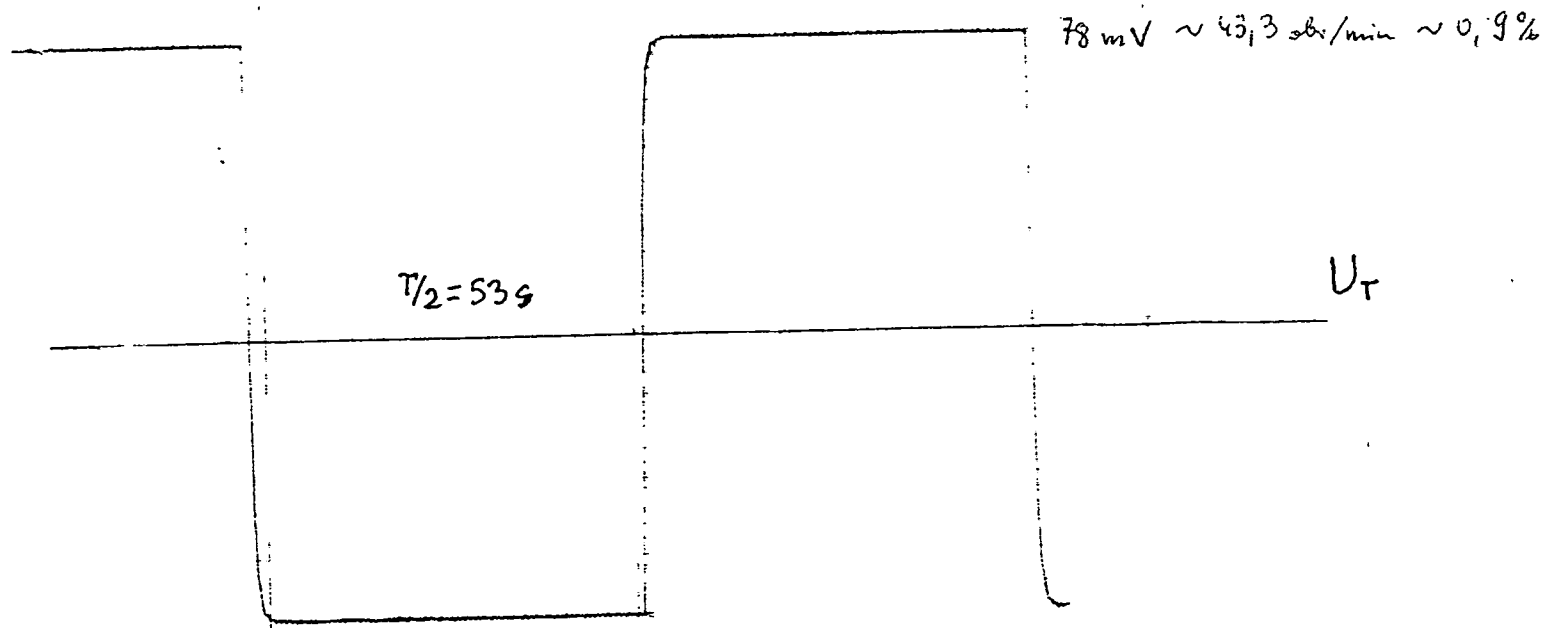
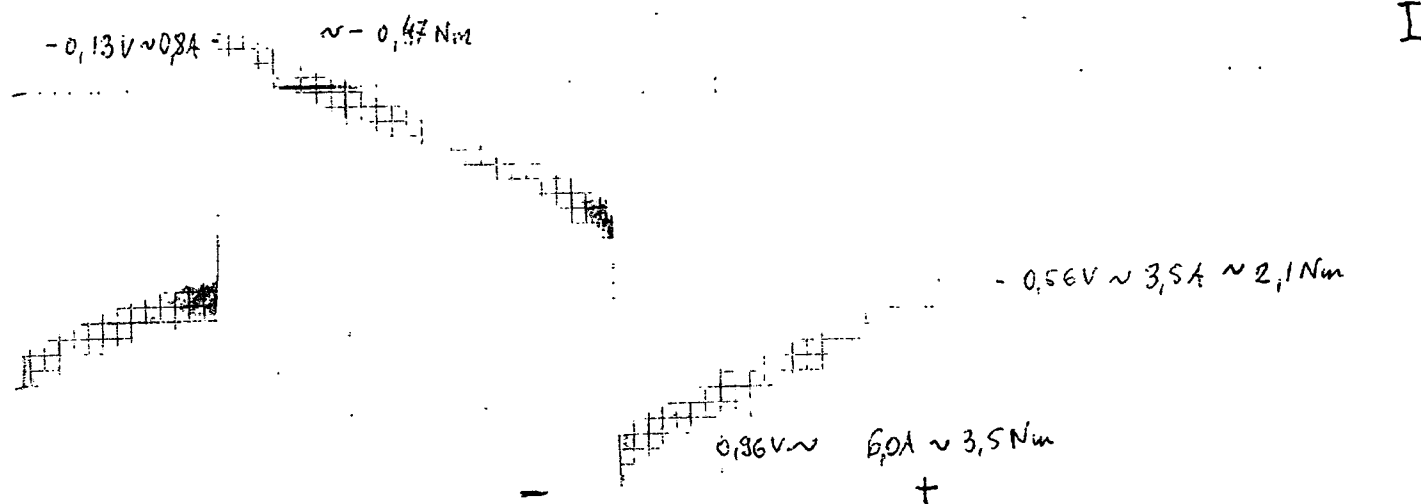
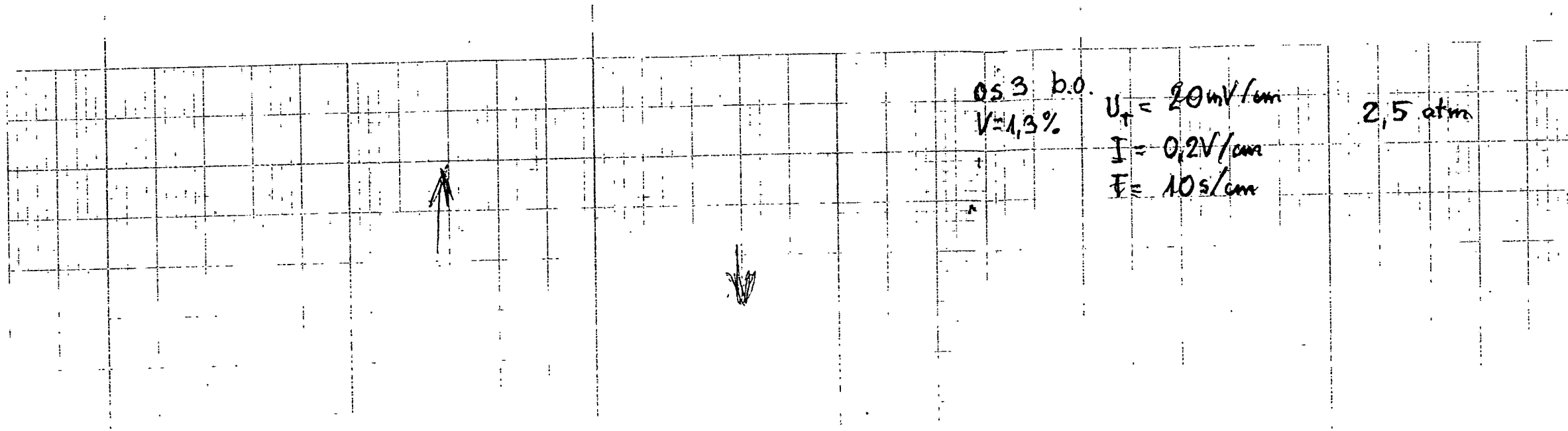
05 2

Q = 0 kg

V = 100 %

P = 0,25 MPa

3,4 s

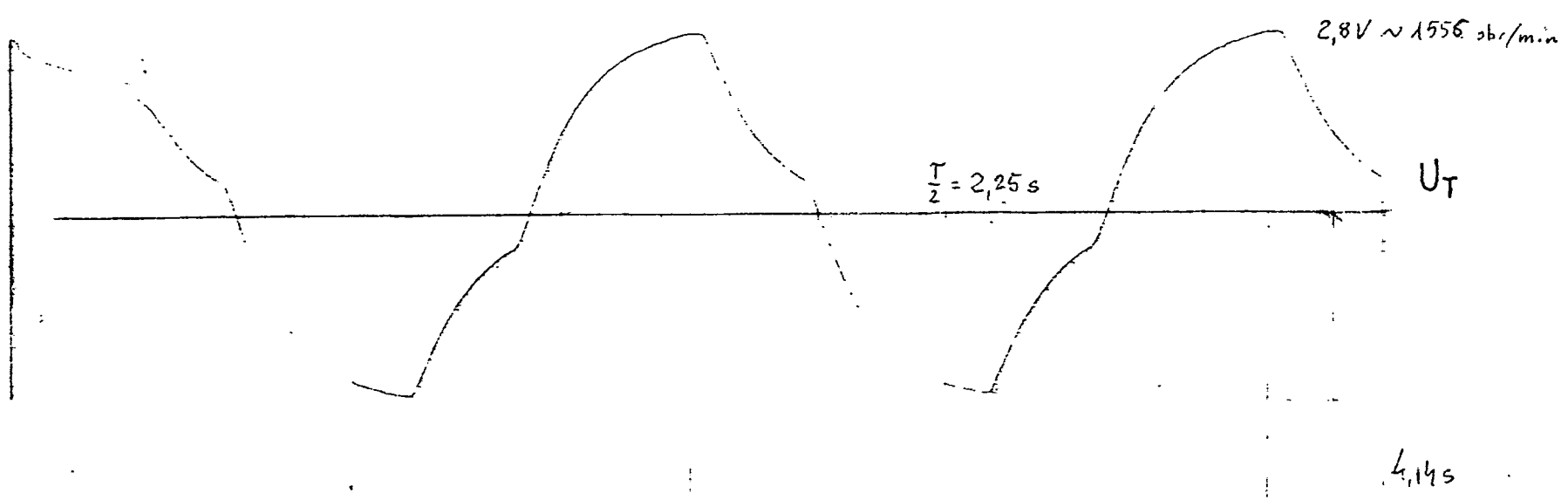
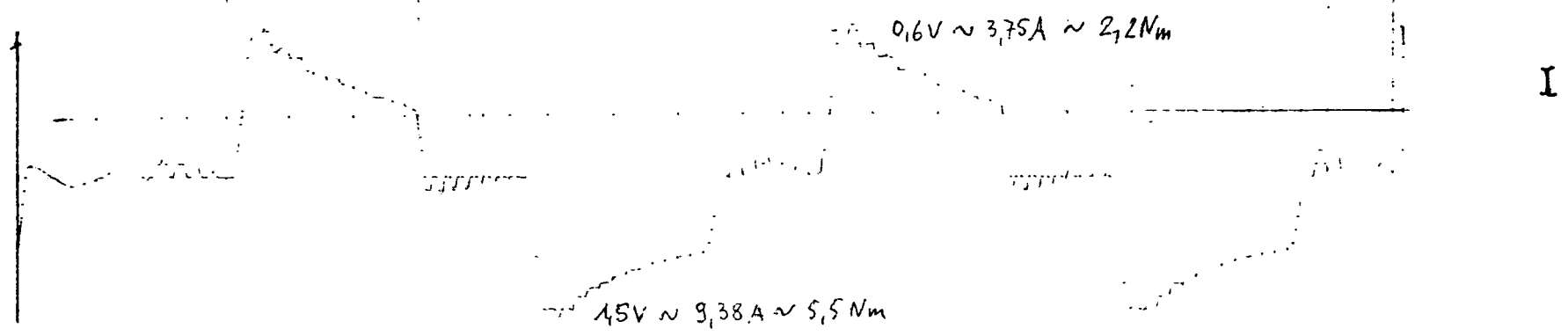


Wykres Nr A7

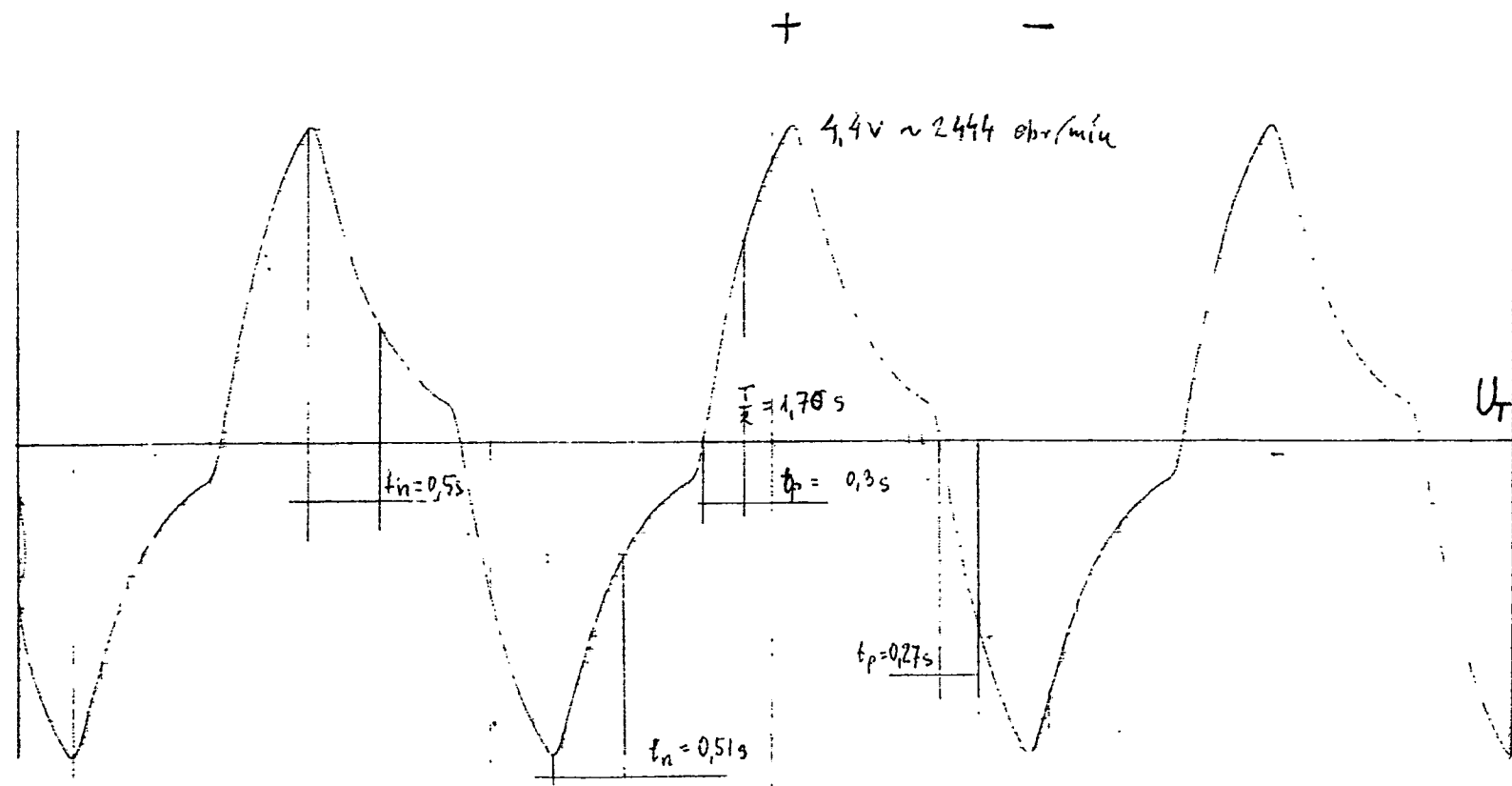
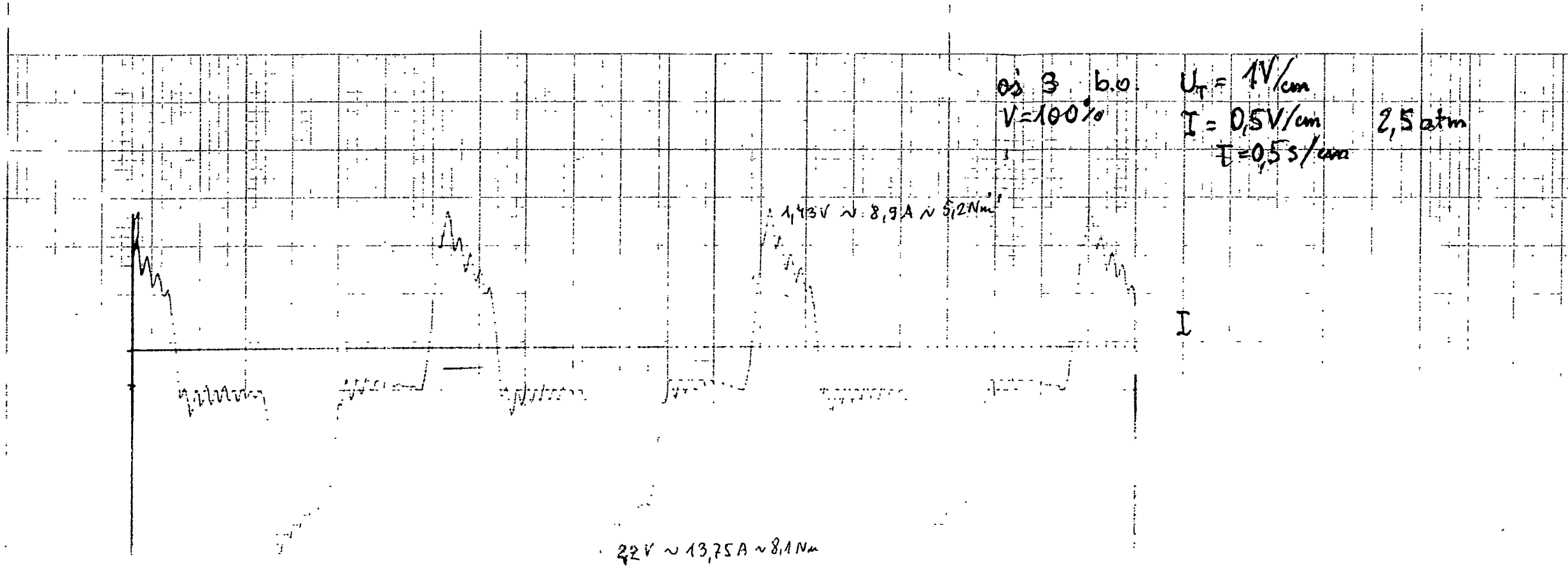
053  
 $Q = 0 \text{ kg}$   
 $V = 1,3 \%$   
 $P = 0,25 \text{ MPa}$

$T = 12$

$\phi 3 \text{ bo.}$   
 $V = 50\%$   
 $U_T = 1 \text{ V/cm}$   
 $I = 0,5 \text{ V/cm}$   
 $\dot{I} = 0,5 \text{ s/cm}$



Wykres Nr A8  
 $\phi 3$   
 $Q = 0 \text{ kg}$   
 $V = 50 \%$   
 $P = 0,25 \text{ MPa}$

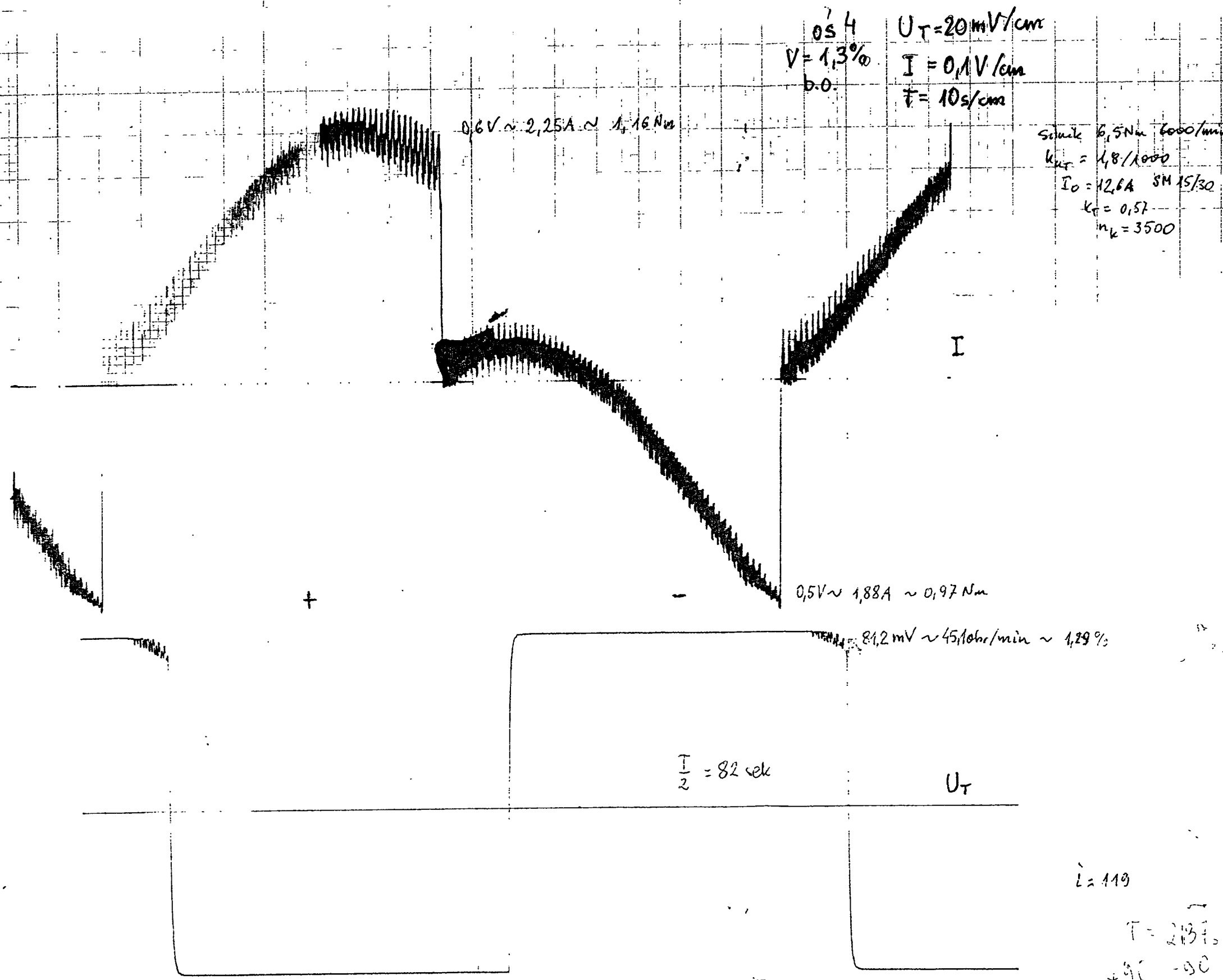


Wykres Nr A9

03 3  
 $Q = 0 kg$   
 $V = 100 \%$   
 $P = 0,25 MPa$

zakres -20 +55

2,5s



0S 4  
 $V = 1,3\%$   
 b.0.  
 $U_T = 20 \text{ mV/cm}$   
 $I = 0,1 \text{ V/cm}$   
 $T = 10 \text{ s/cm}$

$0,6 \text{ V} \sim 2,25 \text{ A} \sim 1,16 \text{ Nm}$

Sila 6,5 Nm 6000/min  
 $k_H = 1,8/1000$   
 $I_0 = 12,6 \text{ A SM } 15/30$   
 $k_f = 0,57$   
 $n_k = 3500$

$0,5 \text{ V} \sim 1,88 \text{ A} \sim 0,97 \text{ Nm}$

$81,2 \text{ mV} \sim 45,1 \text{ obr/min} \sim 1,29\%$

$\frac{I}{2} = 82 \text{ sek}$

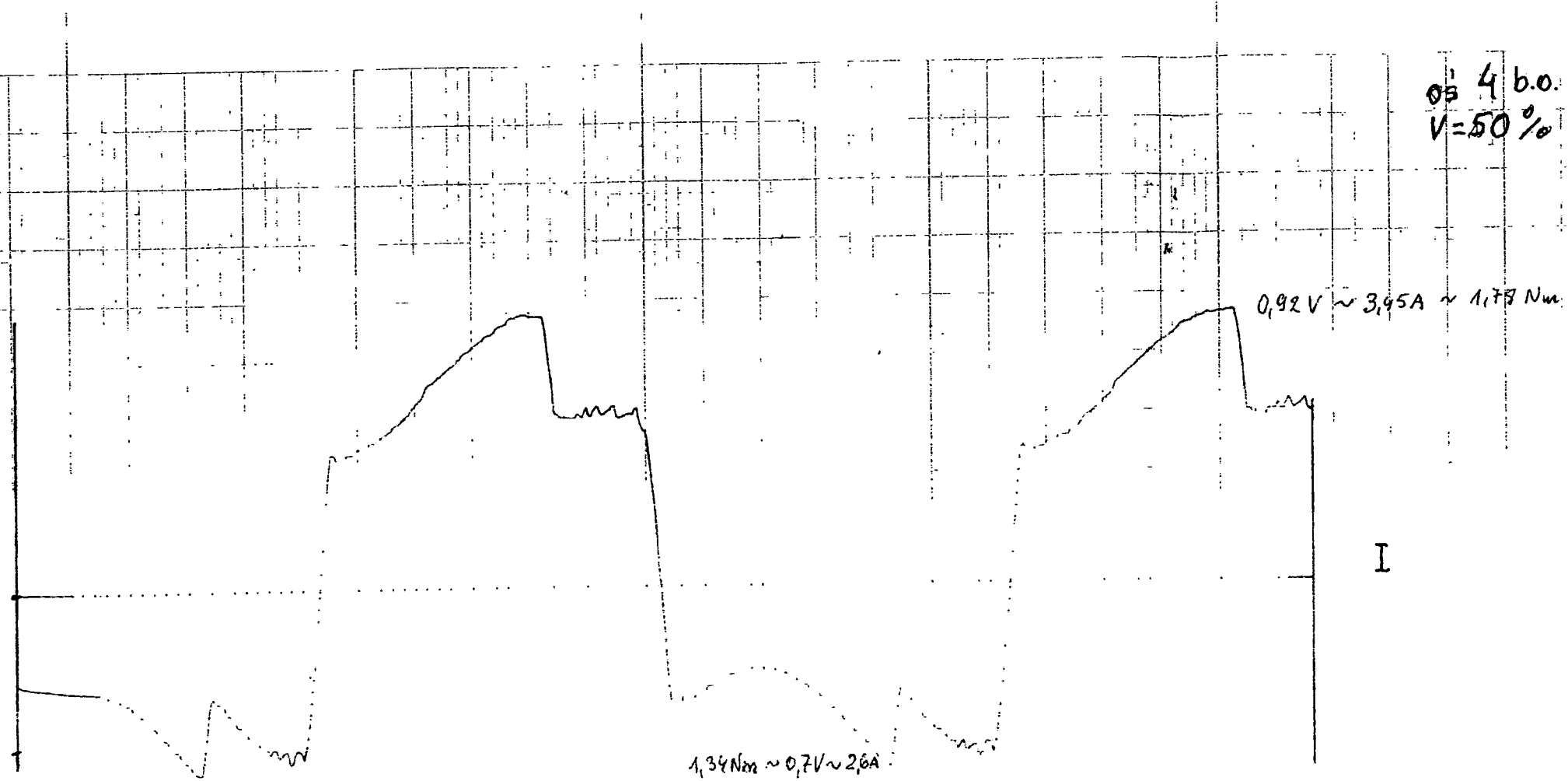
$U_T$

$I = 119$

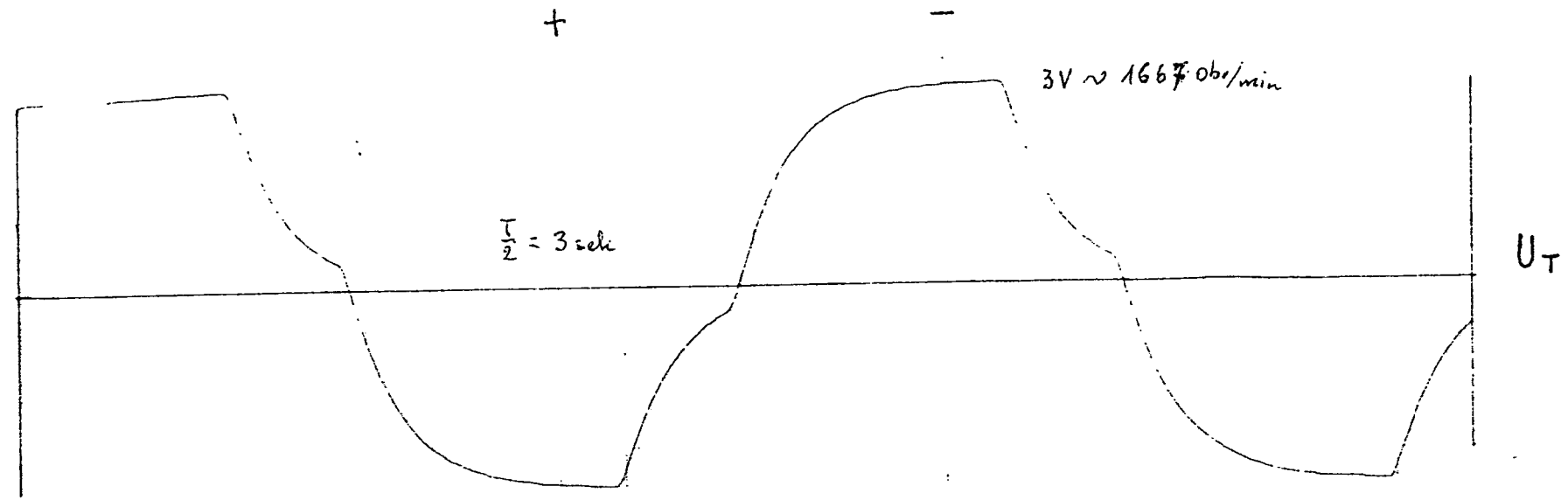
$T = 2137$   
 $+90 -90$

Wykres Nr A10

0S 4  
 $Q = 0 \text{ kg}$   
 $V = 1,3\%$   
 $P = 0,25 \text{ MPa}$



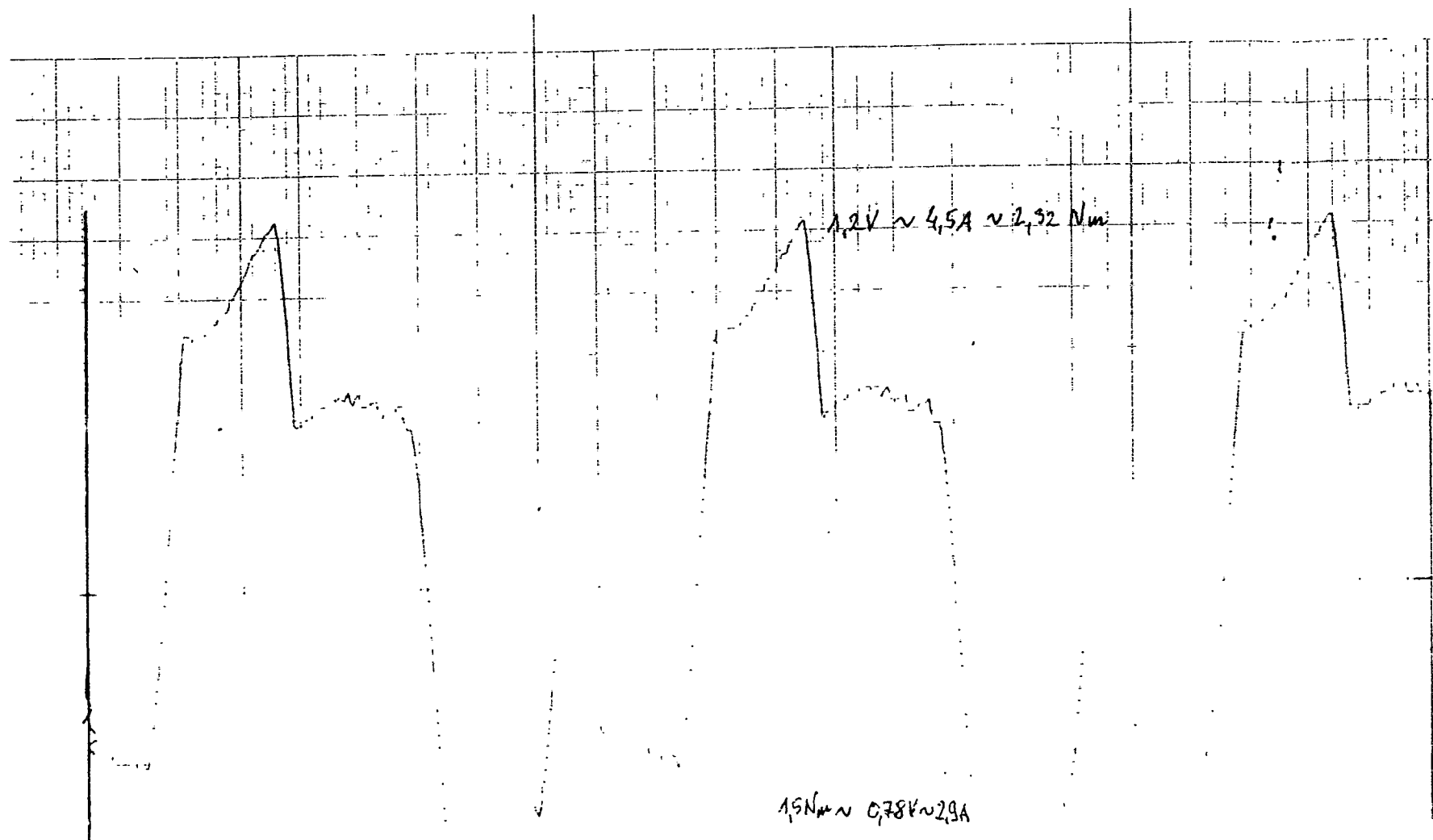
$U_T = 1V/cm$   
 $I = 0,2V/cm$   
 $T = 0,5s/cm$



Wykres Nr A11

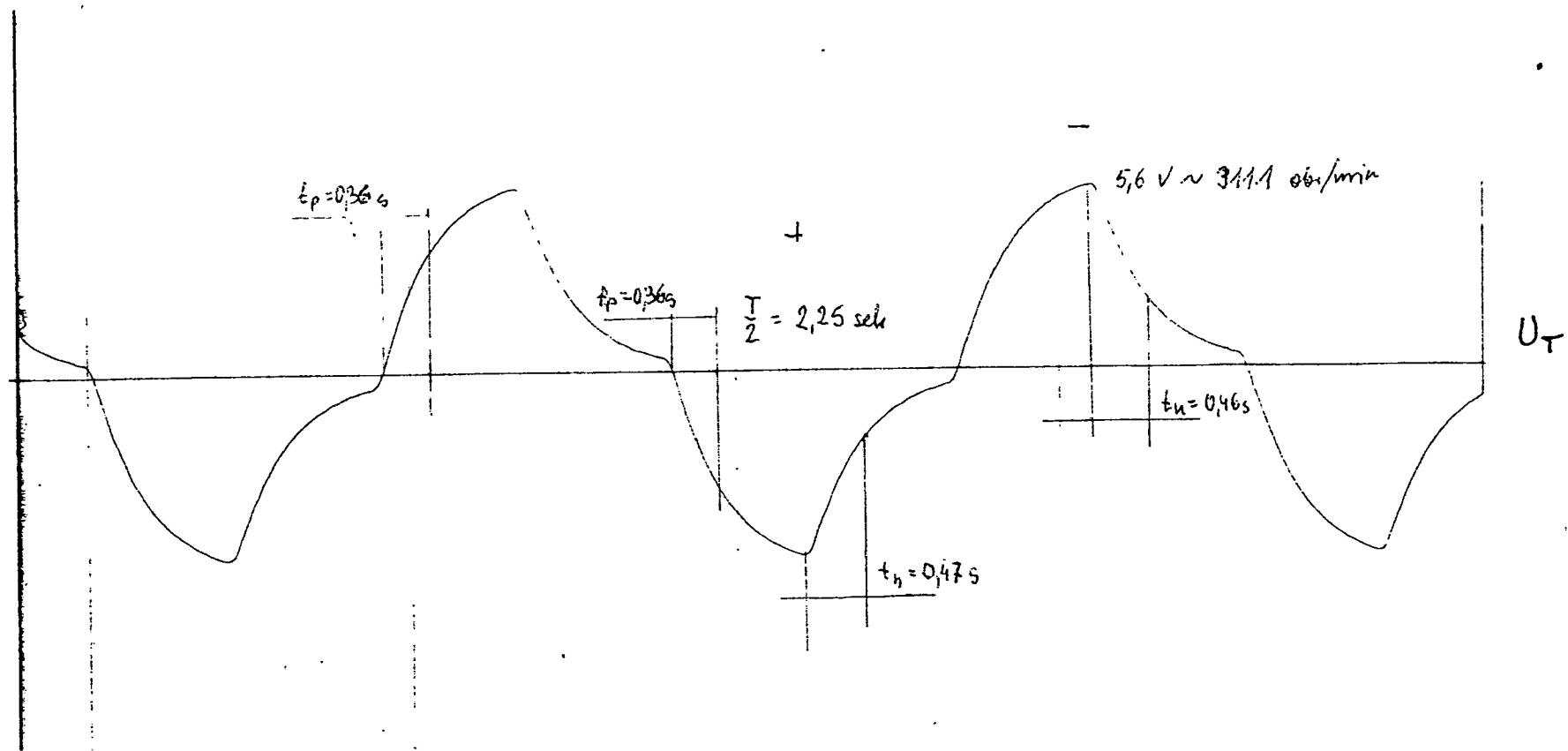
OŚ 4  
 Q = 0 kg  
 V = 50 %  
 P = 0,25 MPa

$\gamma = 5,75$   
 $+80 -9V$



054 b.0  
V = 100%

$U_T = 2V/cm$   
 $I = 0,2V/cm$   
 $F = 0,5s/cm$



Wykres Nr A12

054

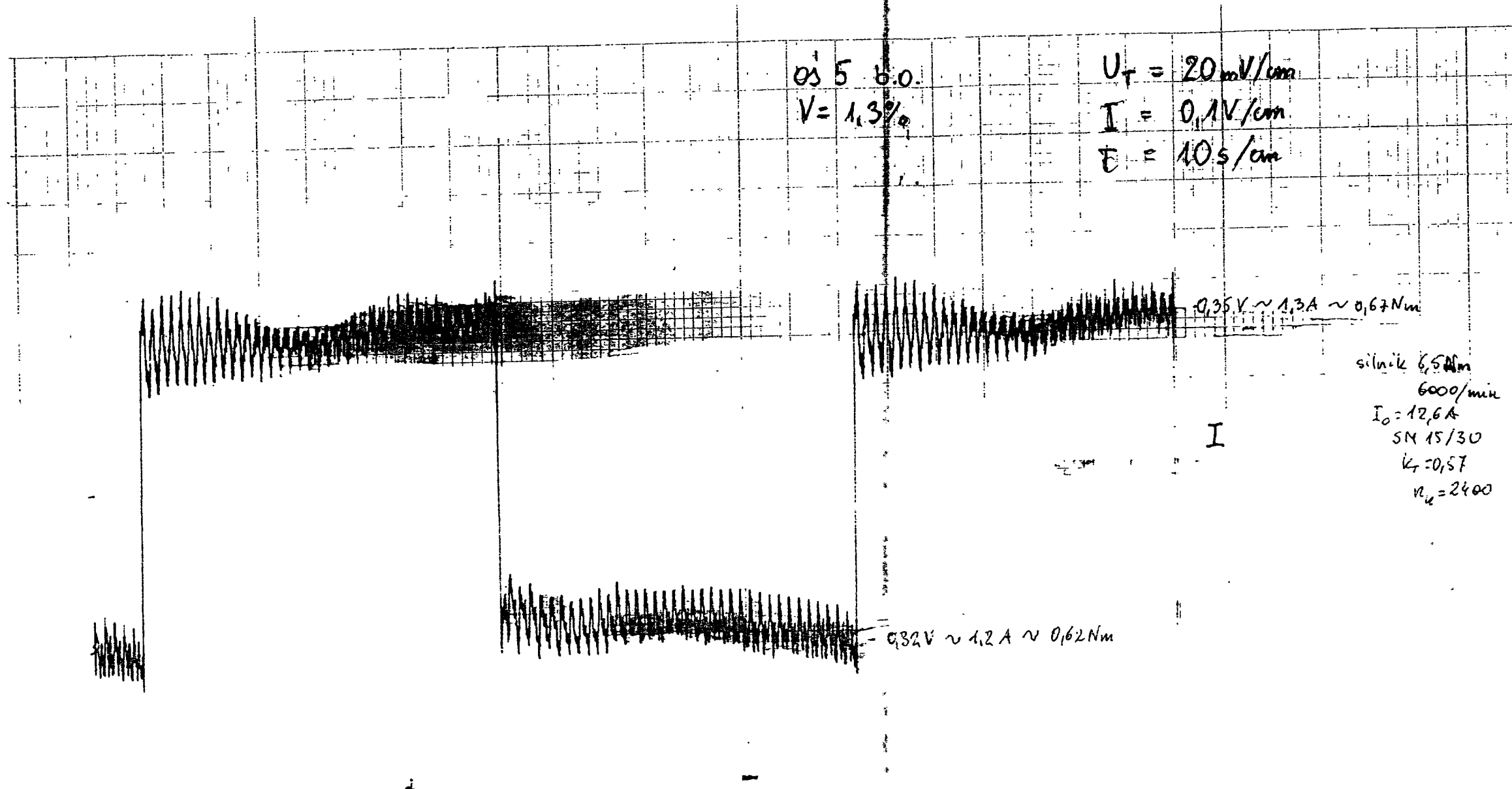
Q = 0 kg

V = 100 %

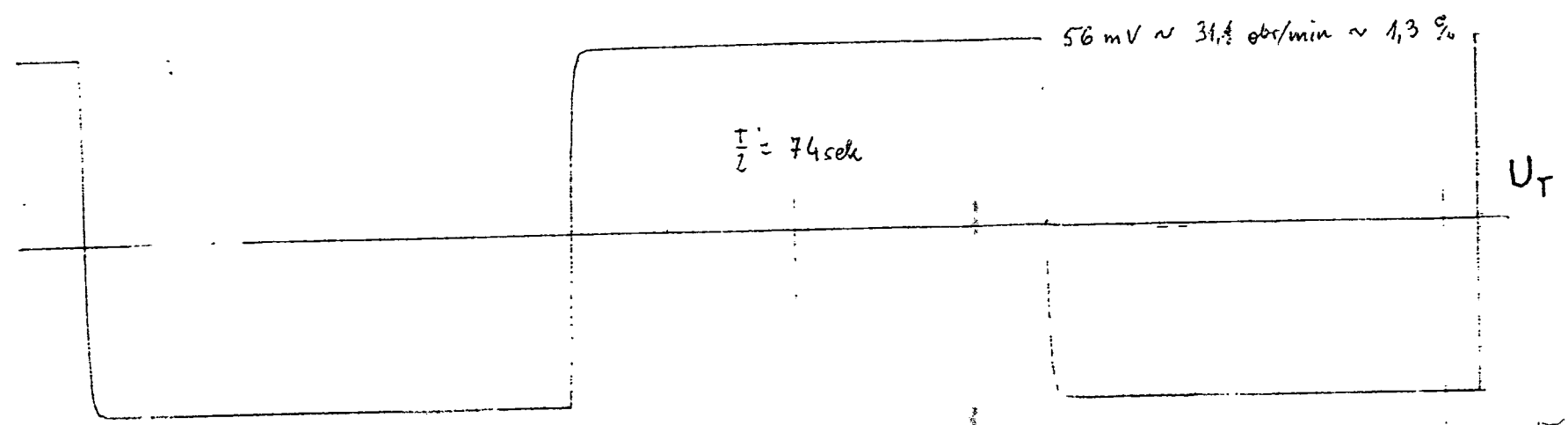
P = 0,25 MPa

T = 1,1

f = 90



silnik 6,5 kW  
 6000/min  
 $I_0 = 12,6 A$   
 SM 15/30  
 $k_T = 0,57$   
 $n_k = 2400$



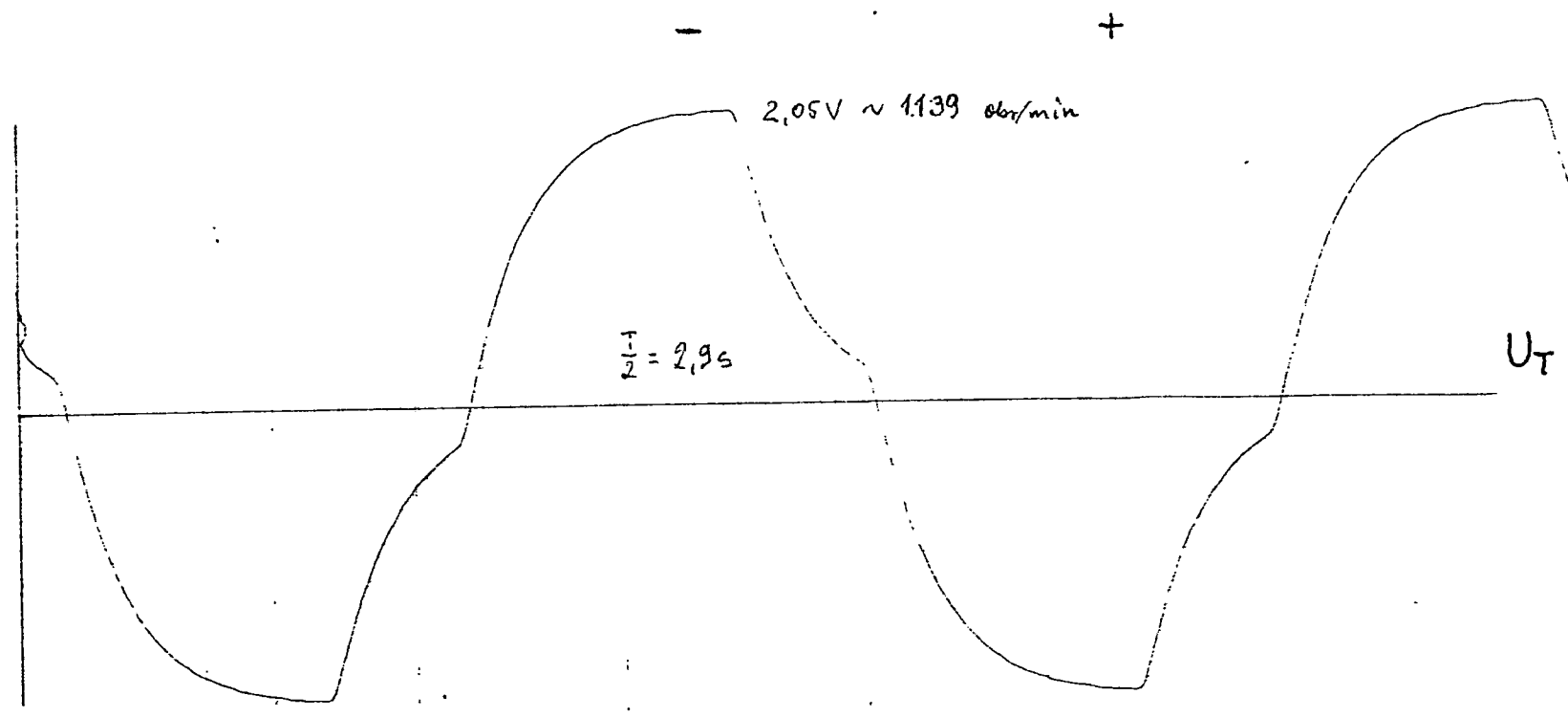
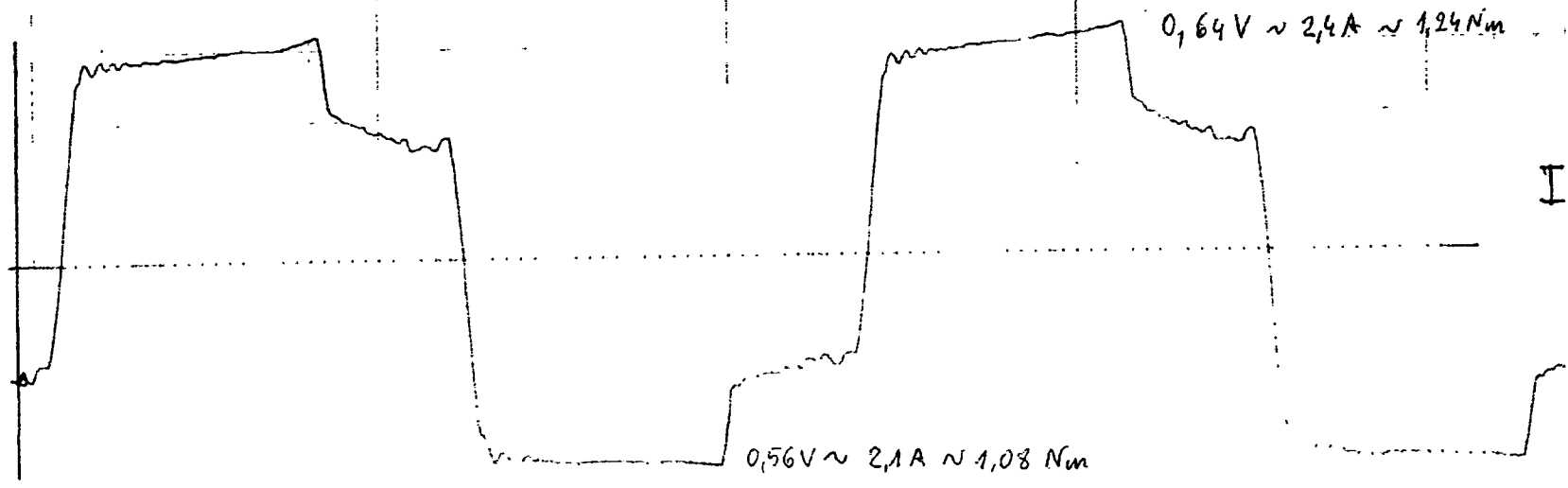
$T = 2,22 s$   
 $+ 73,44 \quad - 74,24$

Wykres Nr A13  
 0s 5  
 $Q = 0 \text{ kg}$   
 $V = 1,3 \%$   
 $P = 0,25 \text{ MPa}$



05 5 b.0.  
V=50%

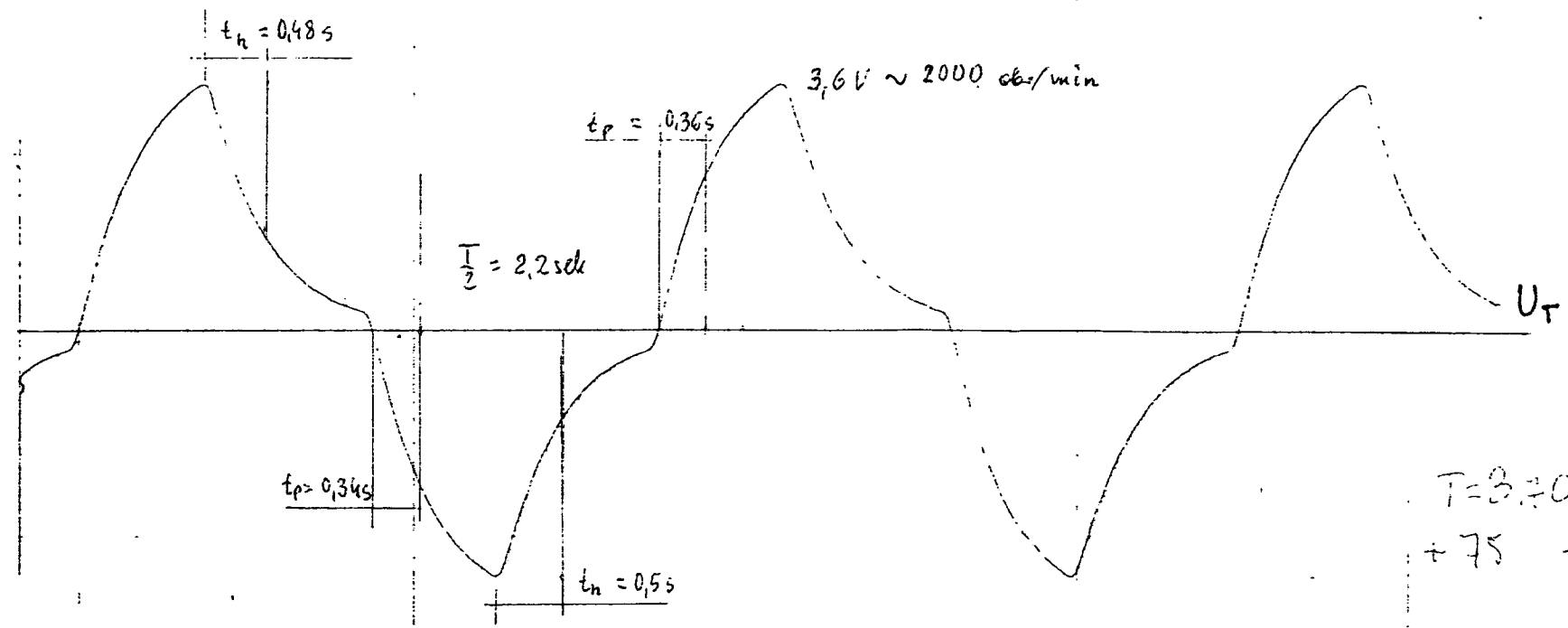
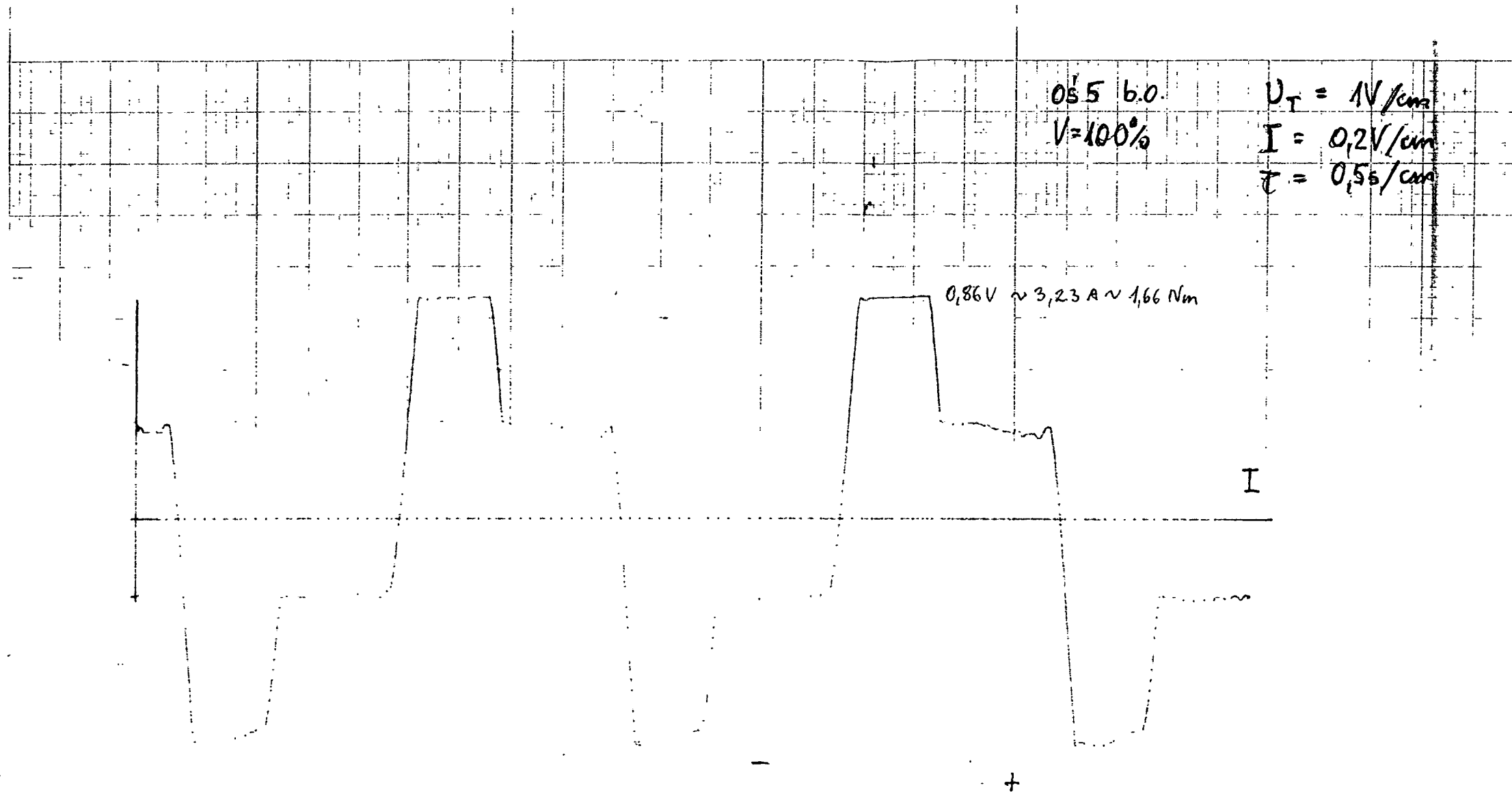
$U_T = 0,5 \text{ V/cm}$   
 $I = 0,2 \text{ V/cm}$   
 $T = 0,5 \text{ s/cm}$



Wykres Nr A14

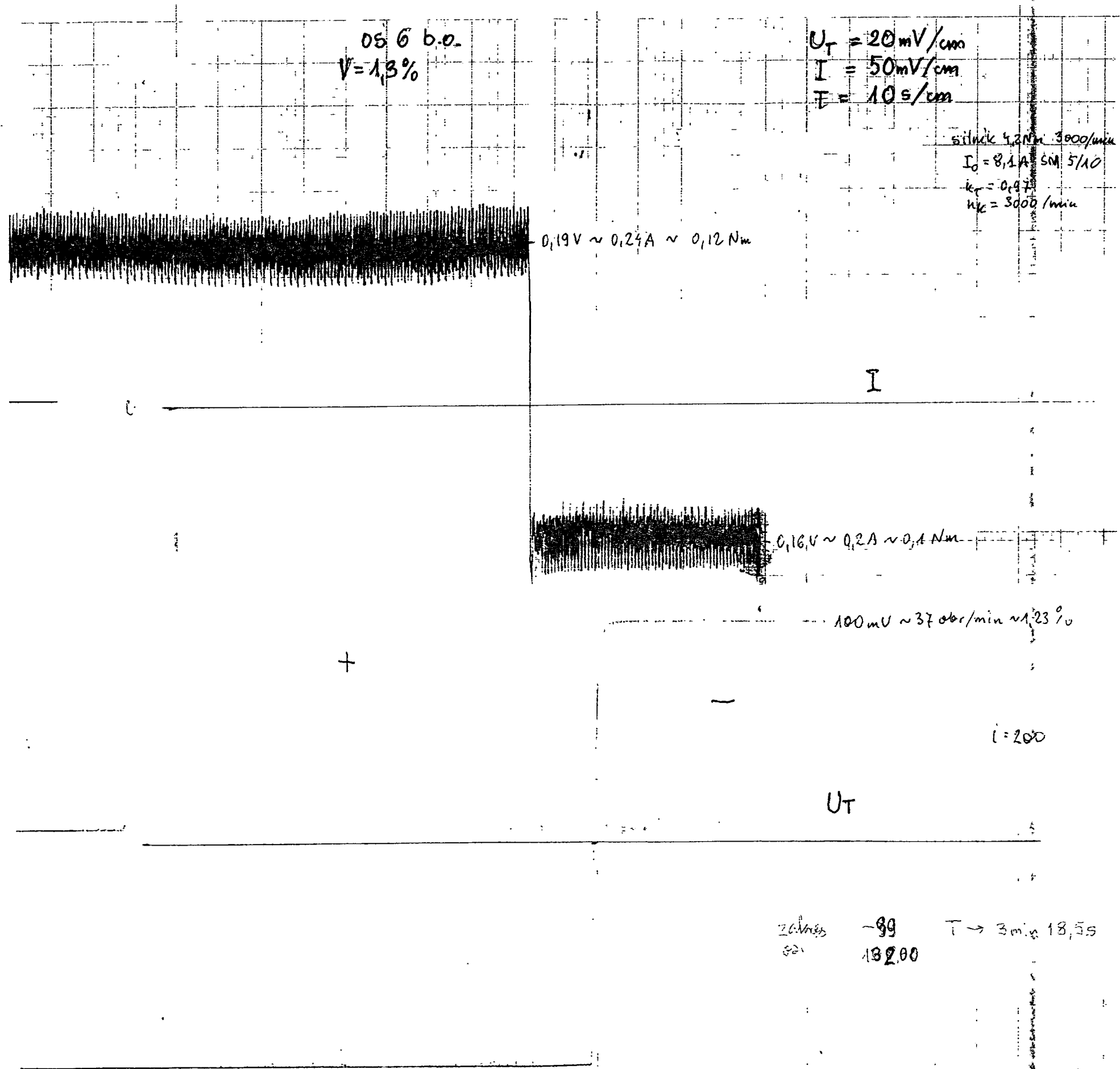
05 5  
Q = 0 kg  
V = 50 %  
P = 0,25 MPa

+75 -75  
T = 5,18 s



Wykres Nr A 15  
0S 5  
Q = 0 kg  
V = 100 %  
P = 0,25 MPa

$T = 3 \pm 0$   
 $+75 -75$

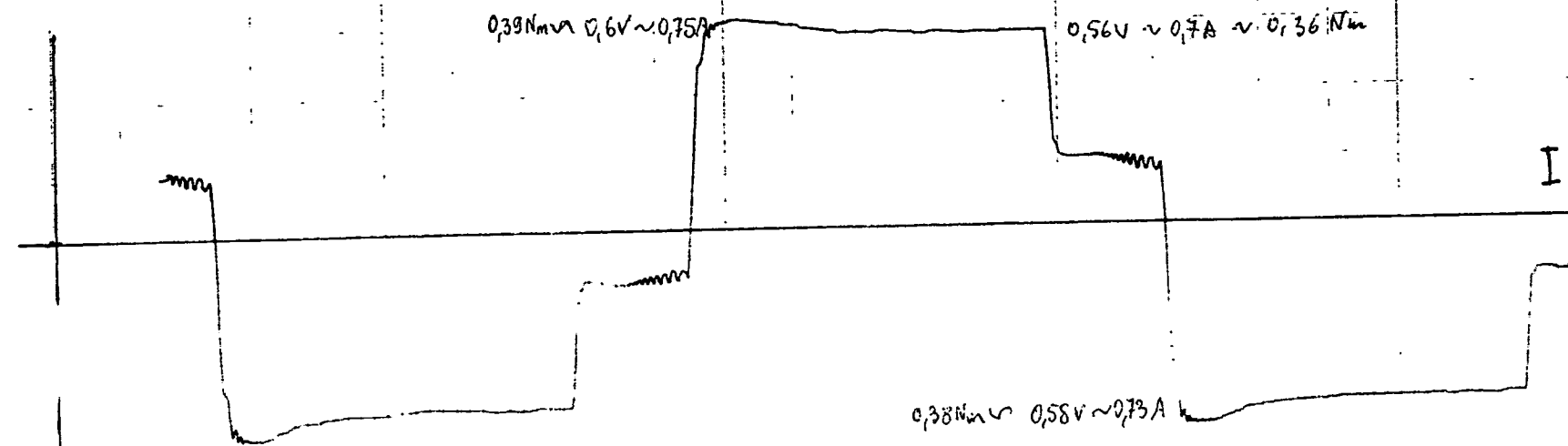


Wykres Nr A16

OS 6  
Q = 0 kg  
V = 1,3 %  
P = 0,25 MPa

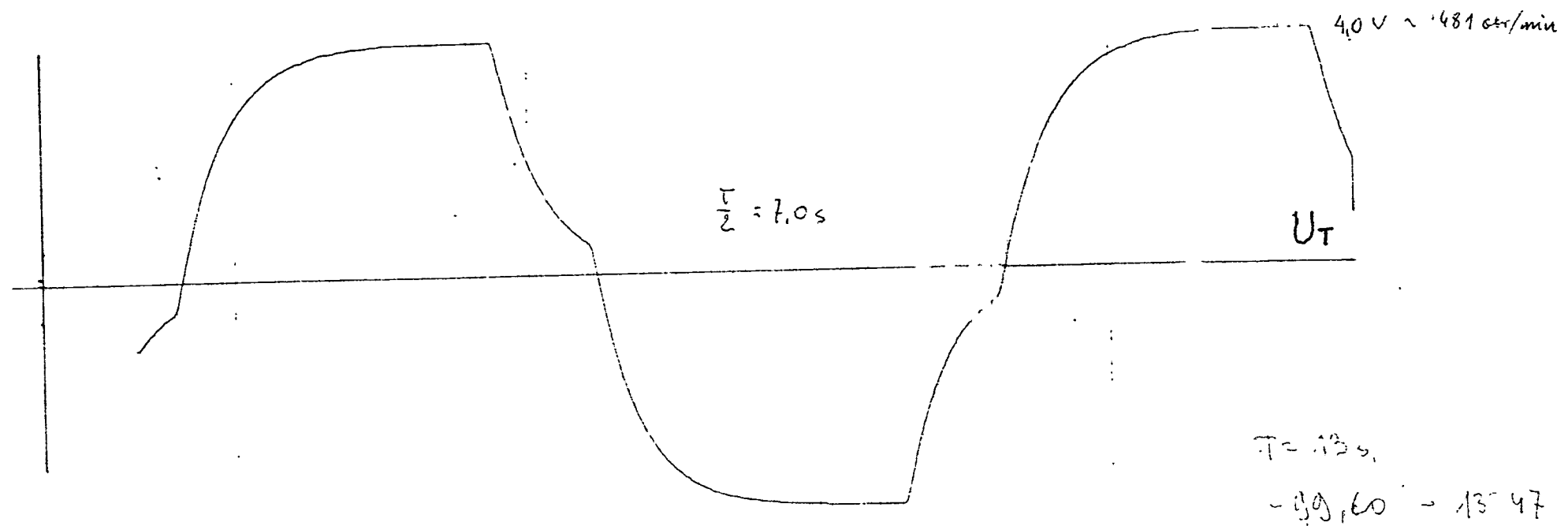
05 6 b.0  
 $V = 50\%$

$U_T = 1V/cm$   
 $I = 0,2V/cm$   
 $F = 15/cm$



+

-

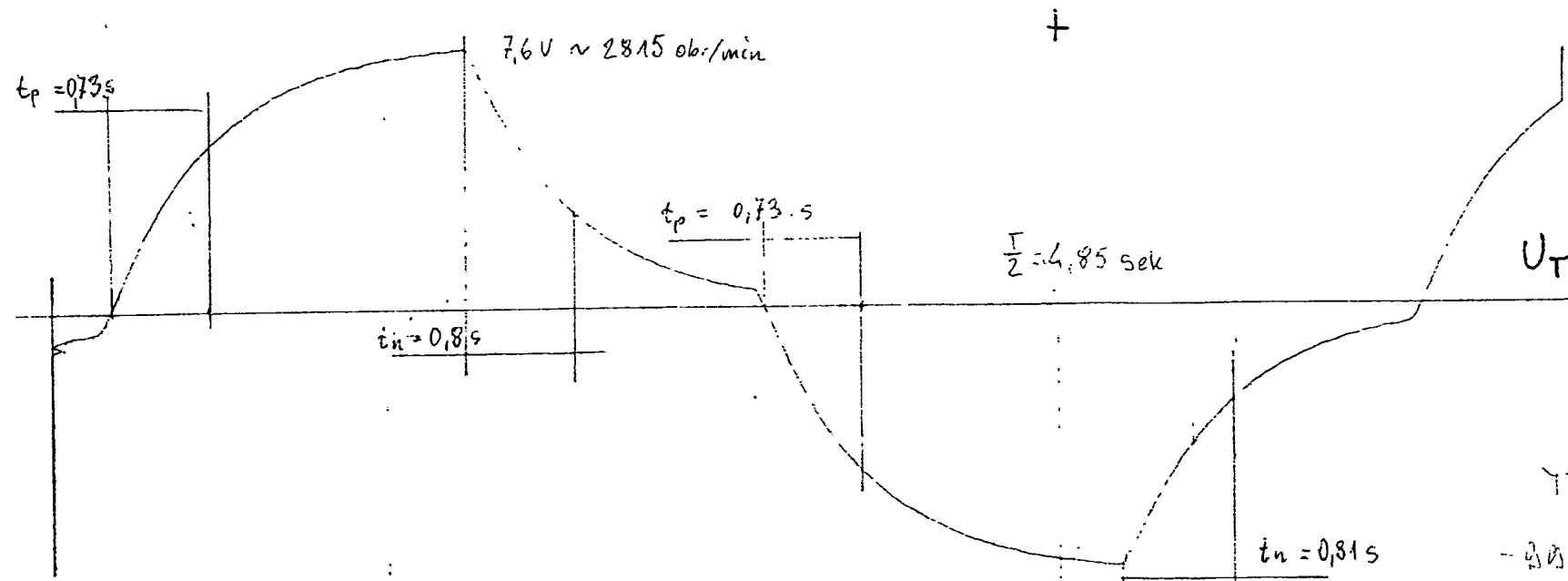
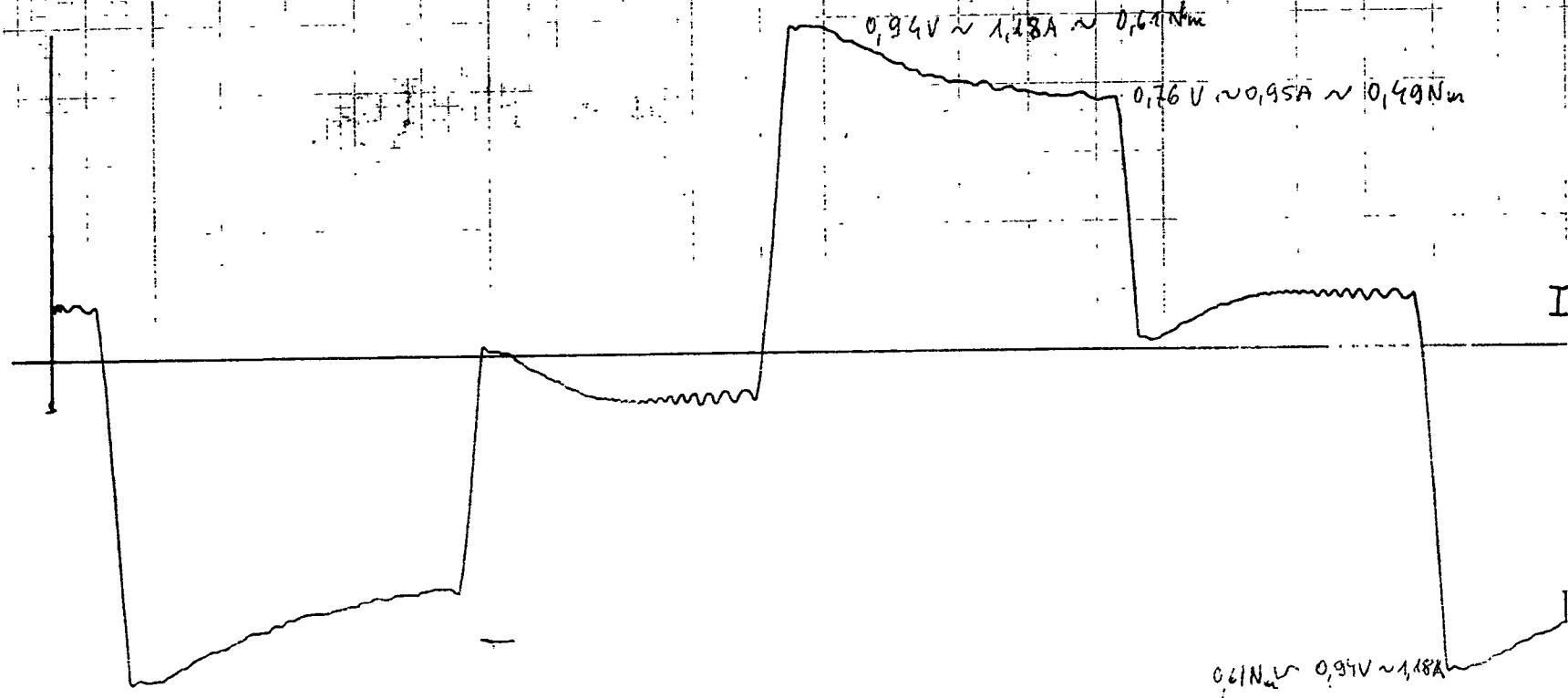


Wykres Nr A17

05 6  
 $Q = 0 \text{ kg}$   
 $V = 50\%$   
 $P = 0,25 \text{ MPa}$

056 b.o.  
V=100%

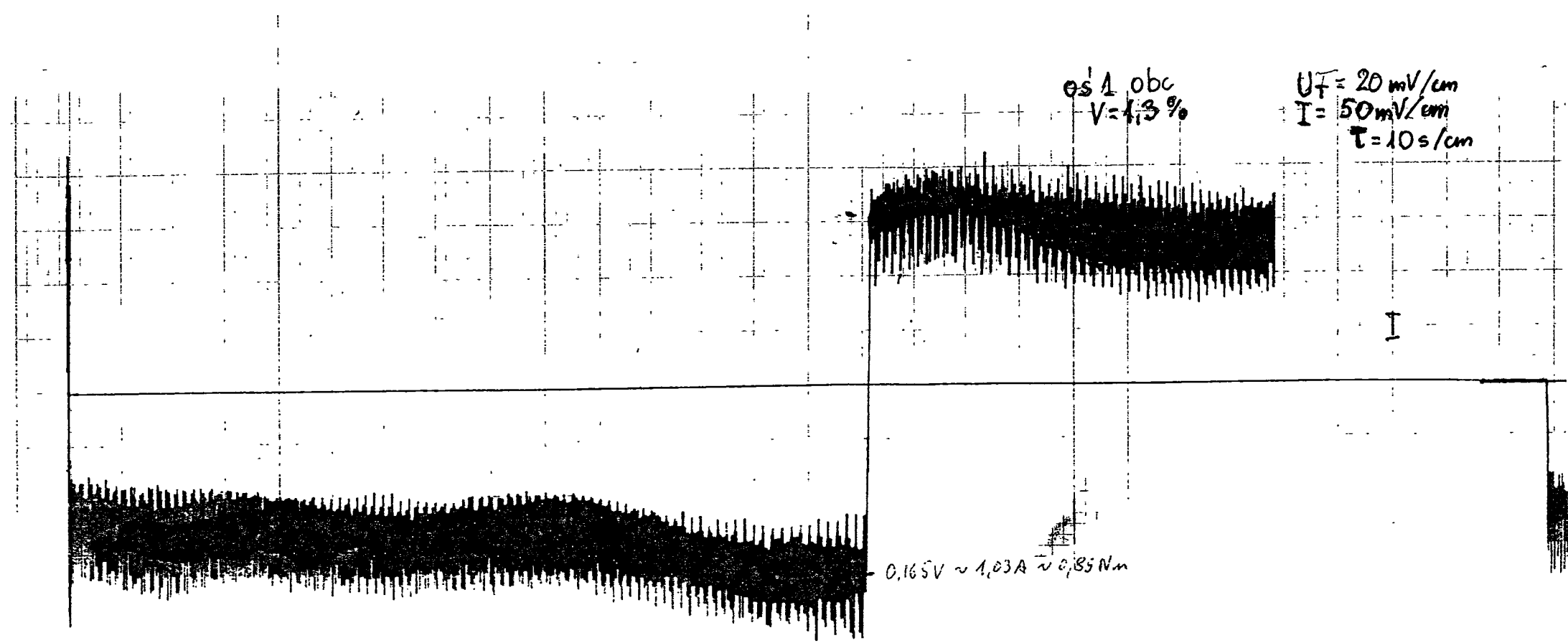
$U_T = 2V/cm$   
 $I = 0,2V/cm$   
 $T = 0,5s/cm$



Wykres Nr A18

056  
Q = 0 kg  
V = 100 %  
P = 0,25 MPa

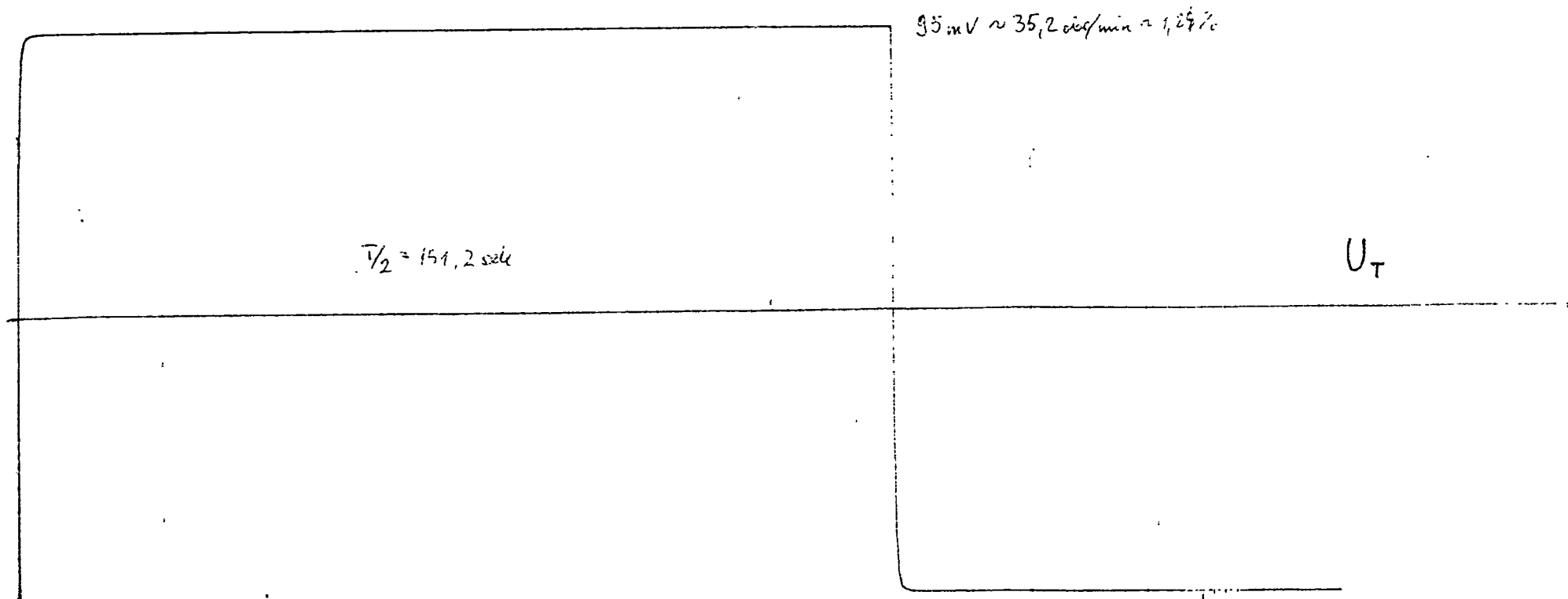
$\gamma = 0,5$   
-30,60 +132,47



e.

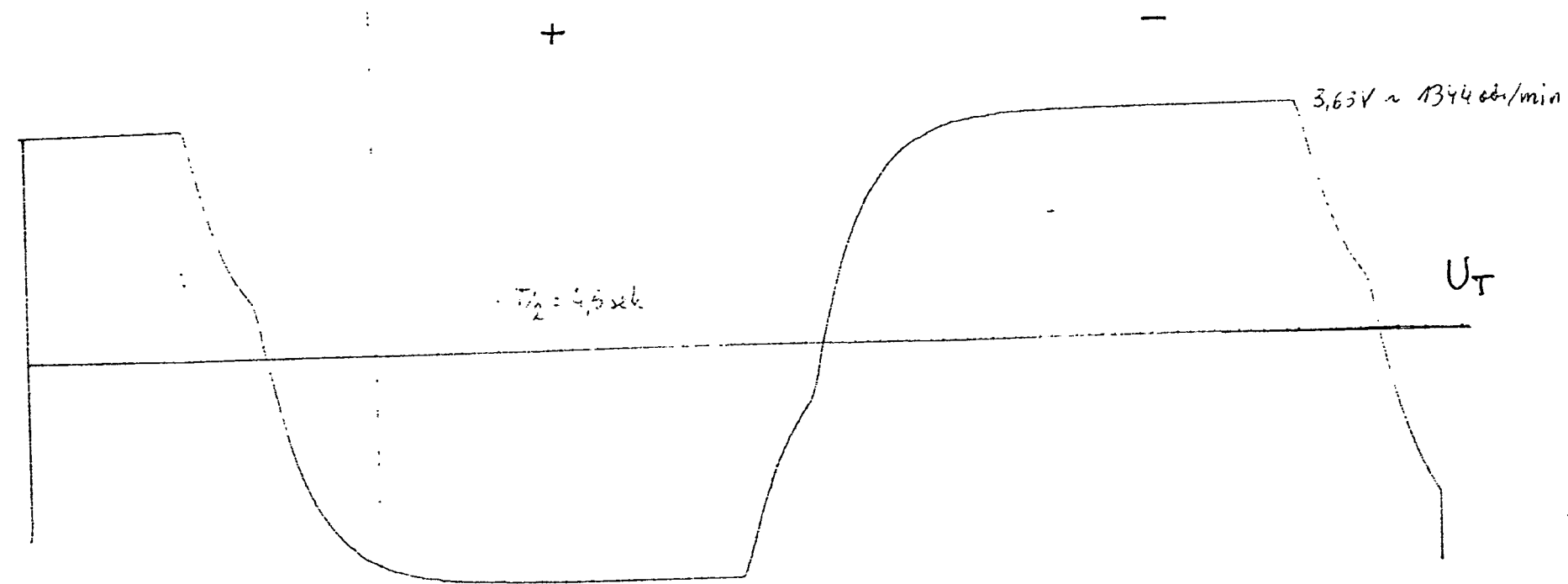
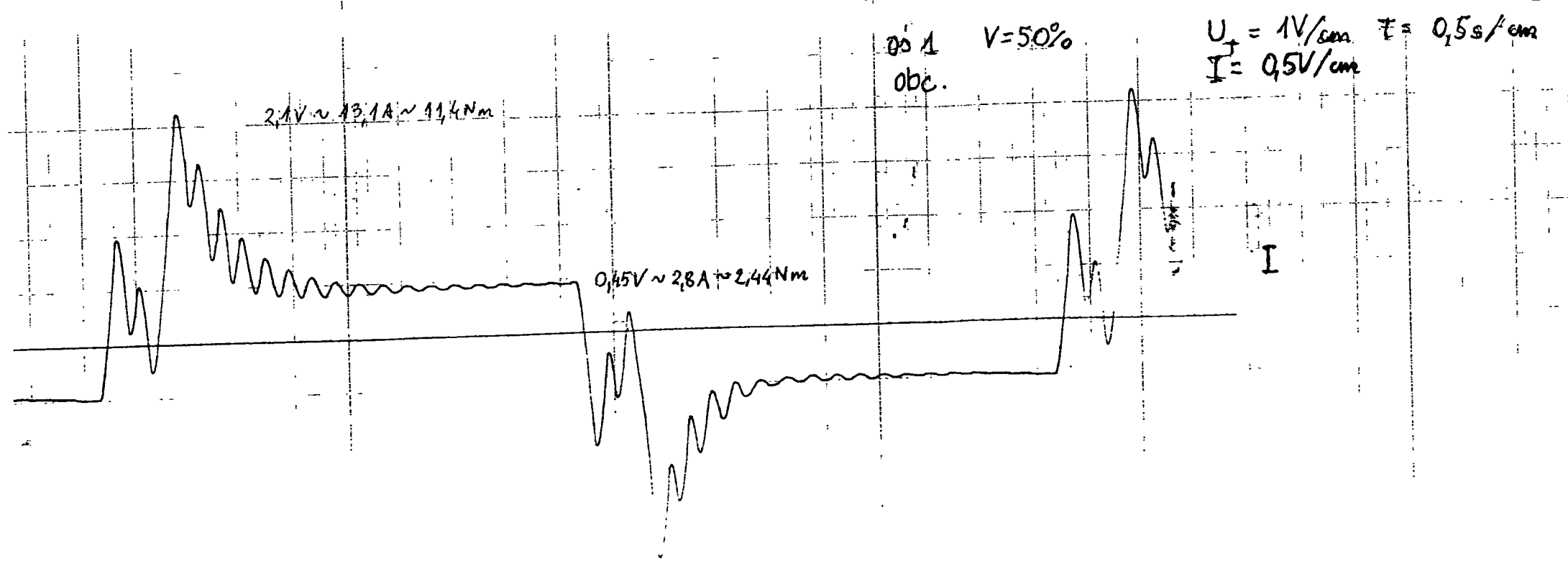
-

+

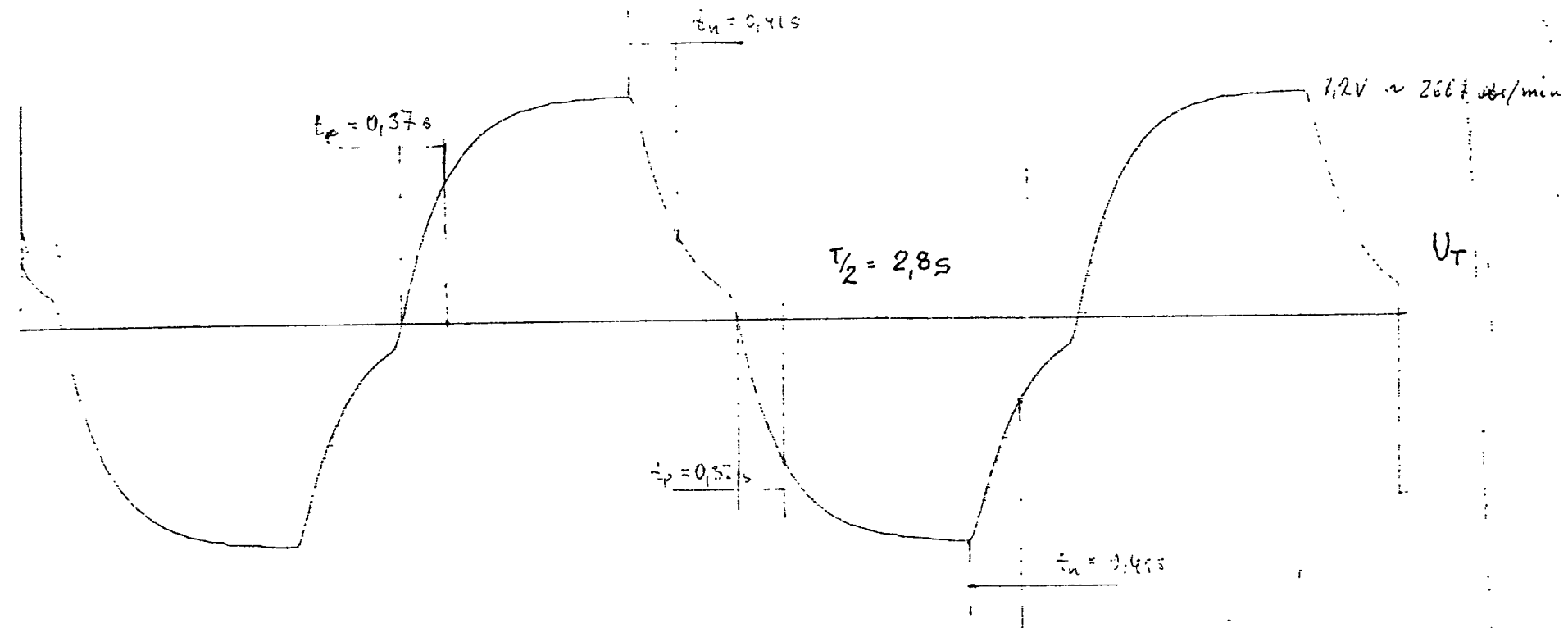
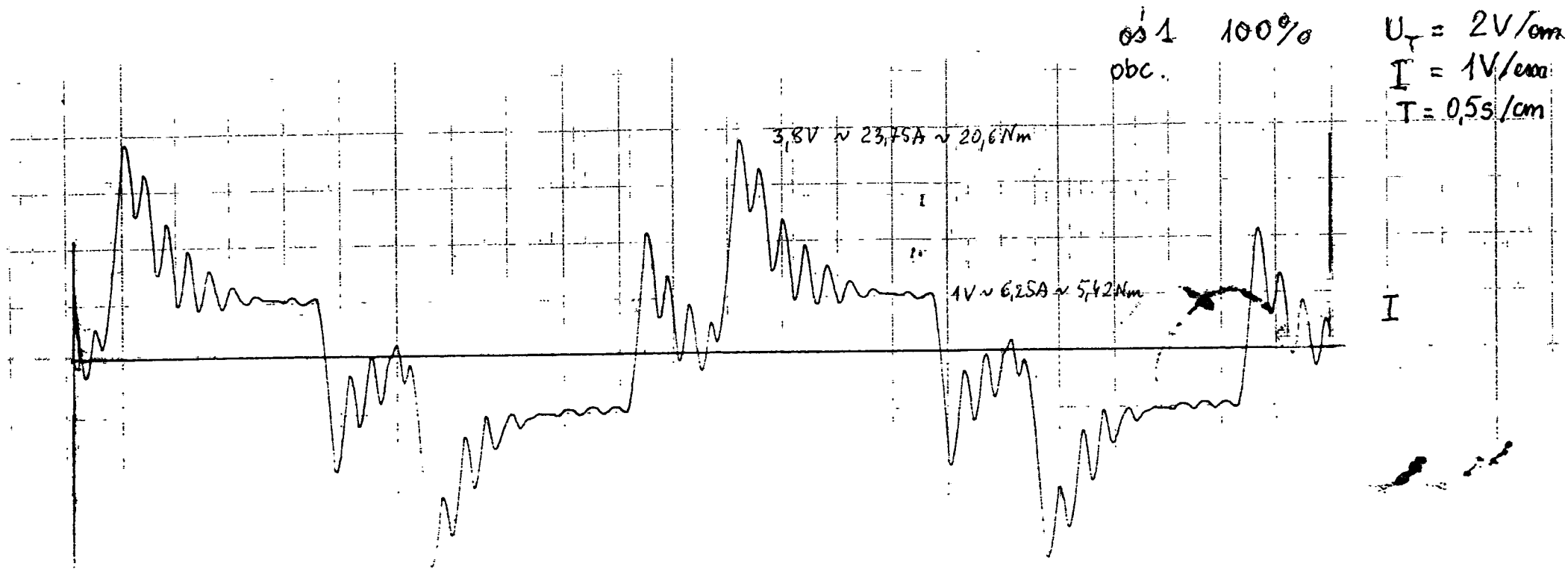


Wykres Nr A19

OS 1  
 $Q = 70 \text{ kg}$   
 $V = 1,3\%$   
 $P = 0,35 \text{ MPa}$



Wykres Nr A20  
05 1  
Q = 70 kg  
V = 50 %  
P = 0,35 MPa



Wykres Nr A21

0s 1

Q = 70 kg

V = 100 %

P = 0,35 MPa



$p = 3,5 \text{ atm}$

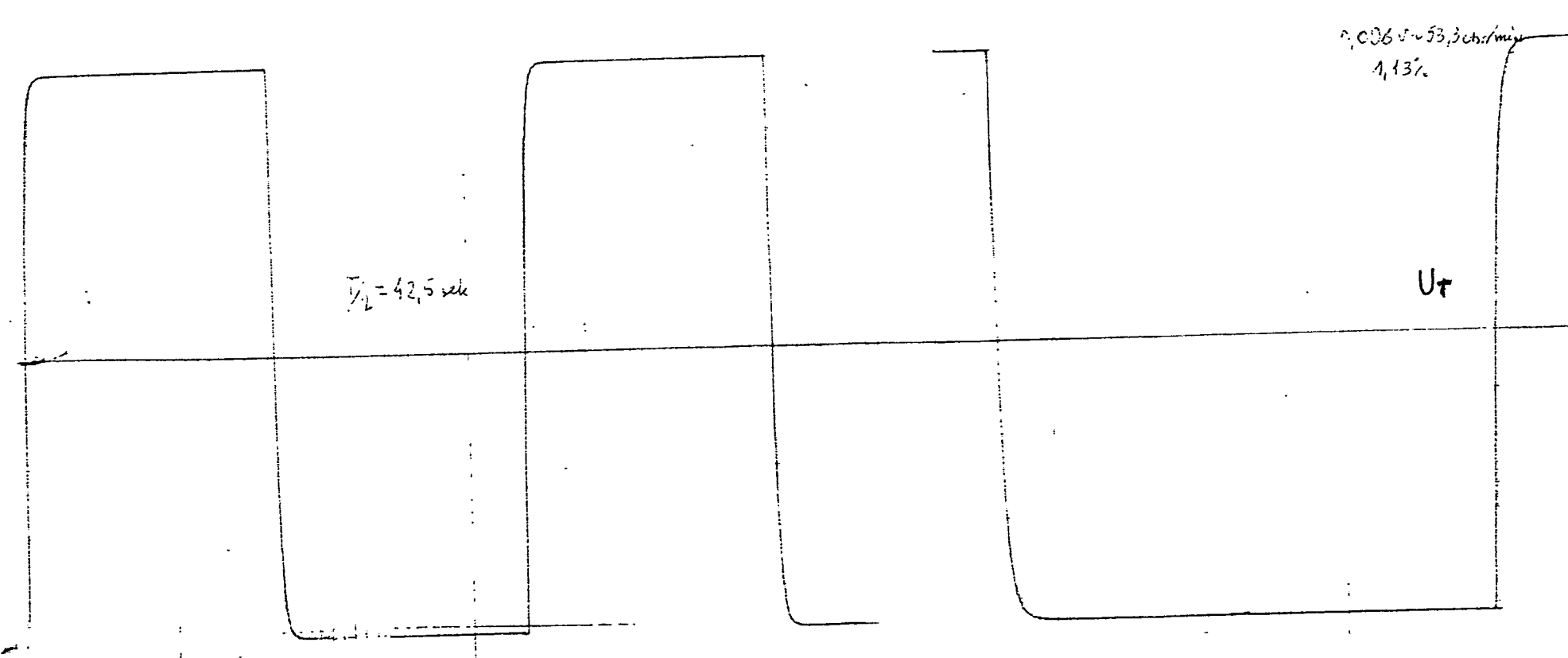
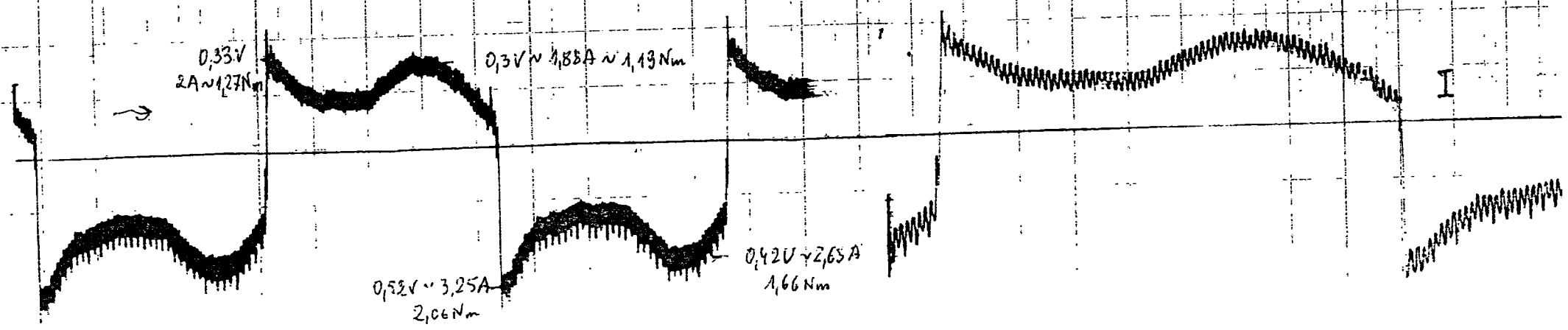
os 2  
dbc.

$U_T = 20 \text{ mV/cm}$

$T = 10 \text{ s/cm}$

$I = 0,2 \text{ V/cm}$

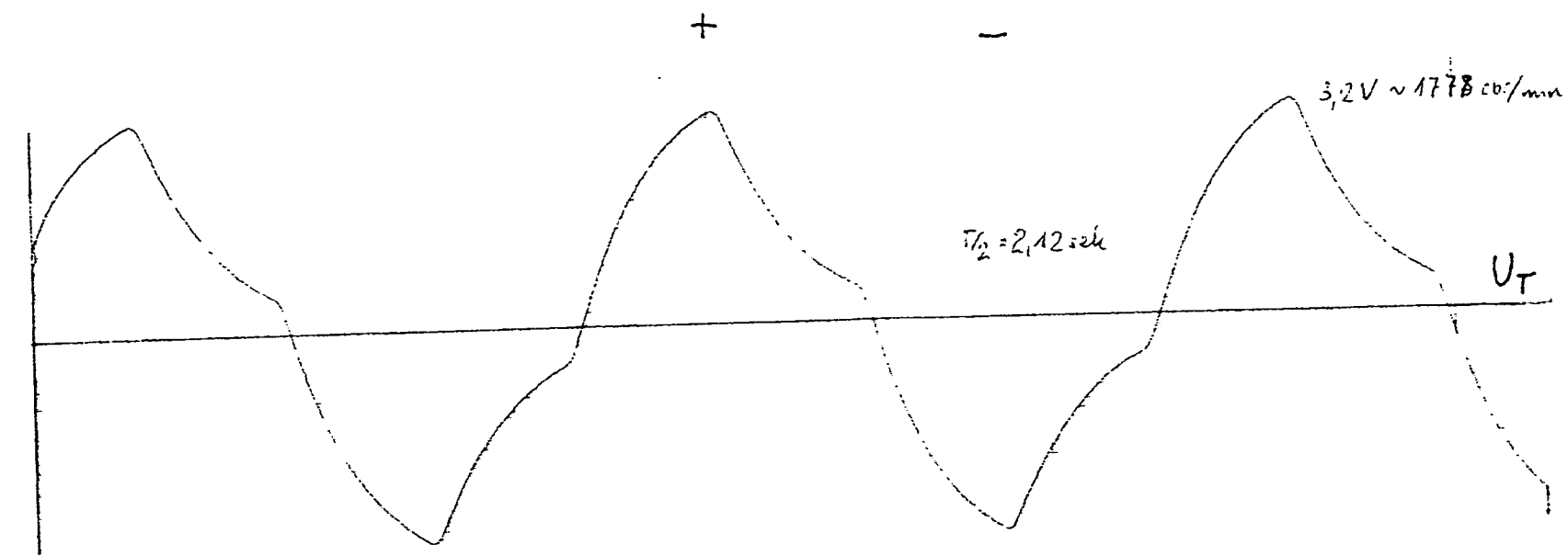
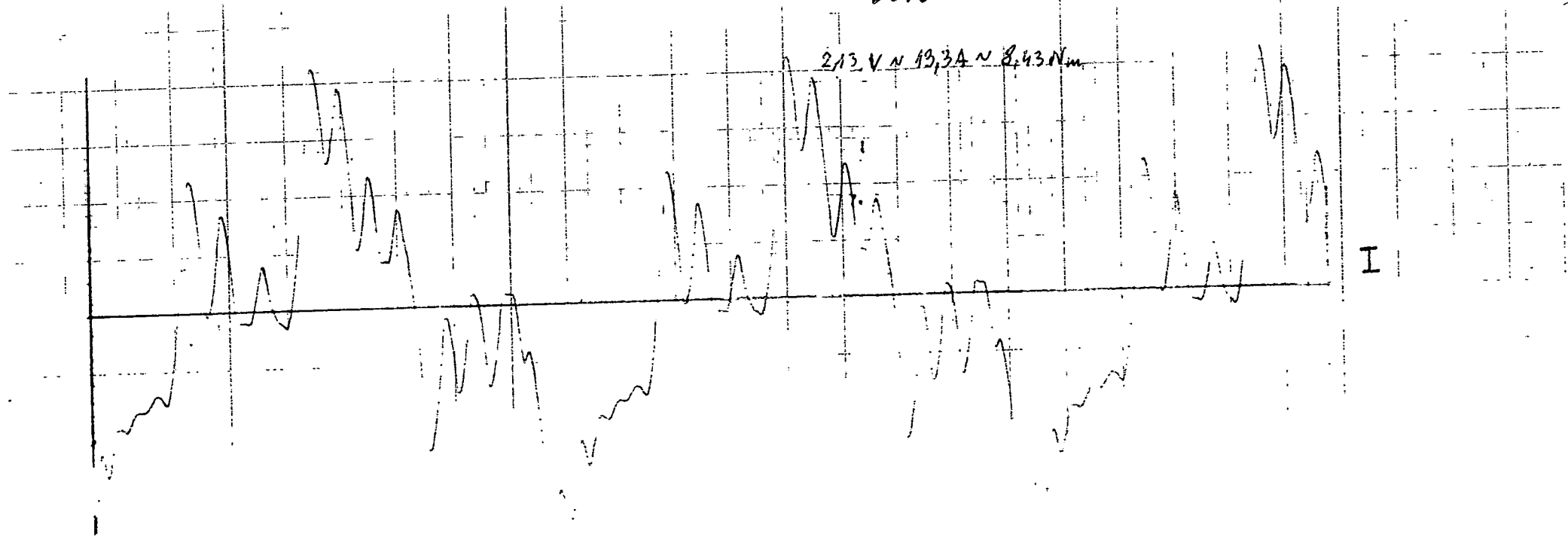
$V = 1,3 \%$



Wykres Nr A22

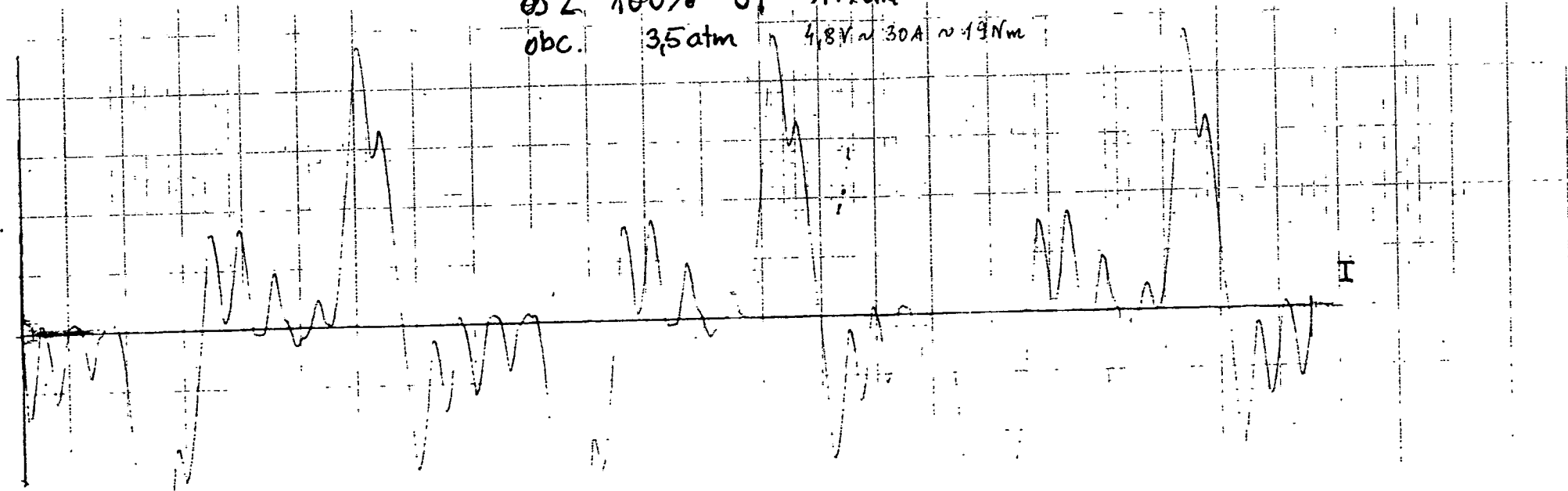
os 2  
Q = 70 kg  
V = 1,3 %  
P = 0,35 MPa

05 2 obc. 50%  $U_T = 1V/cm$   $I = 0,5V/cm$   $F = 0,5s/cm$



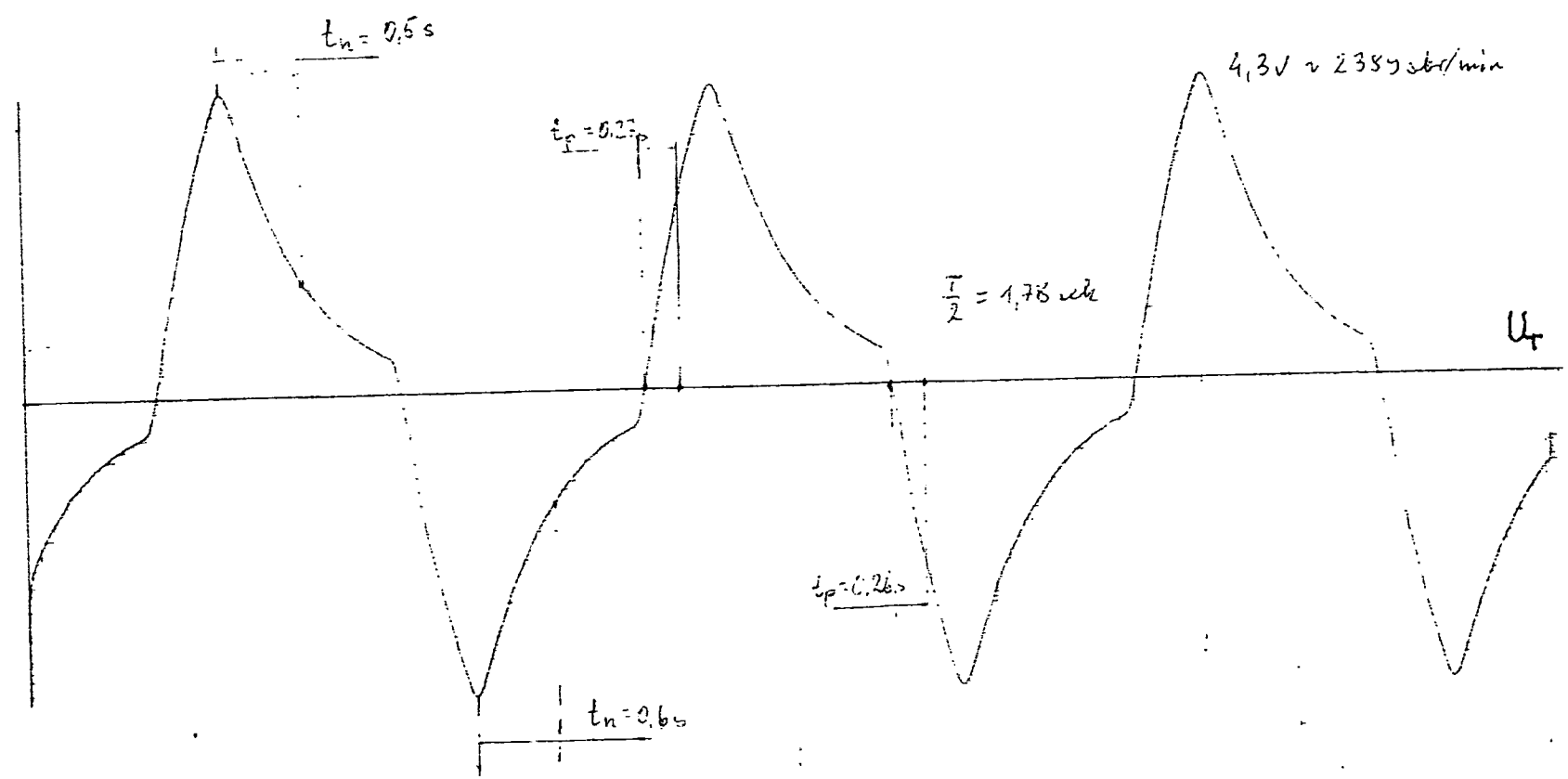
Wykres Nr A23  
05 2  
Q = 70 kg  
V = 50 %  
P = 0,35 MPa

$\phi 2$  100%  $U_T = 1V/cm$   $I = 1V/cm$   $T = 0,5s/cm$   
 obc. 3,5atm 4,8V ~ 30A ~ 19Nm



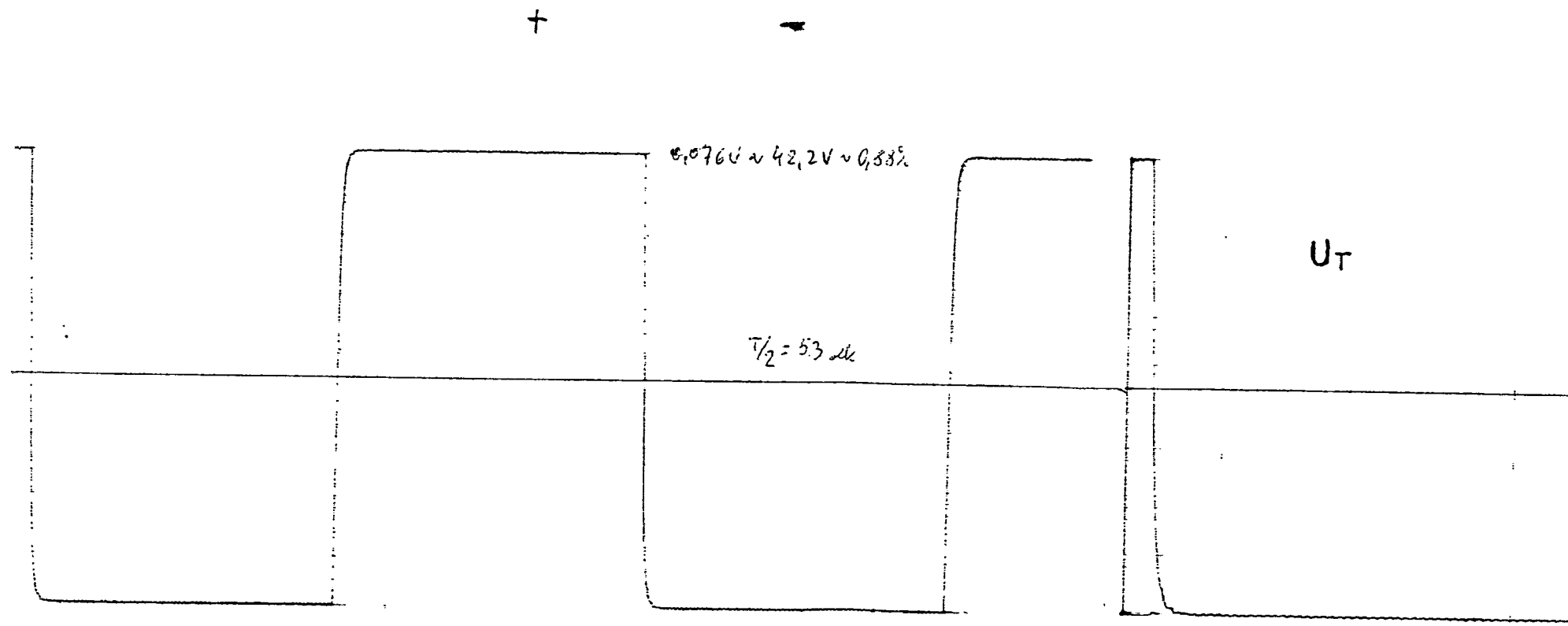
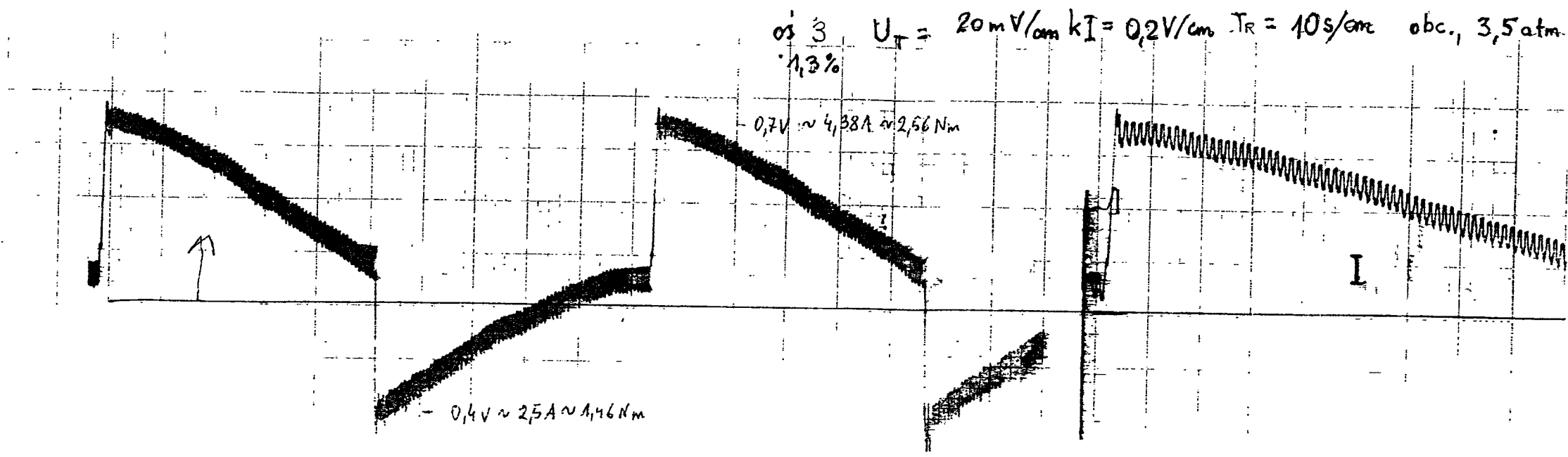
4,1V ~ 25,6A ~ 16,8Nm

+ -

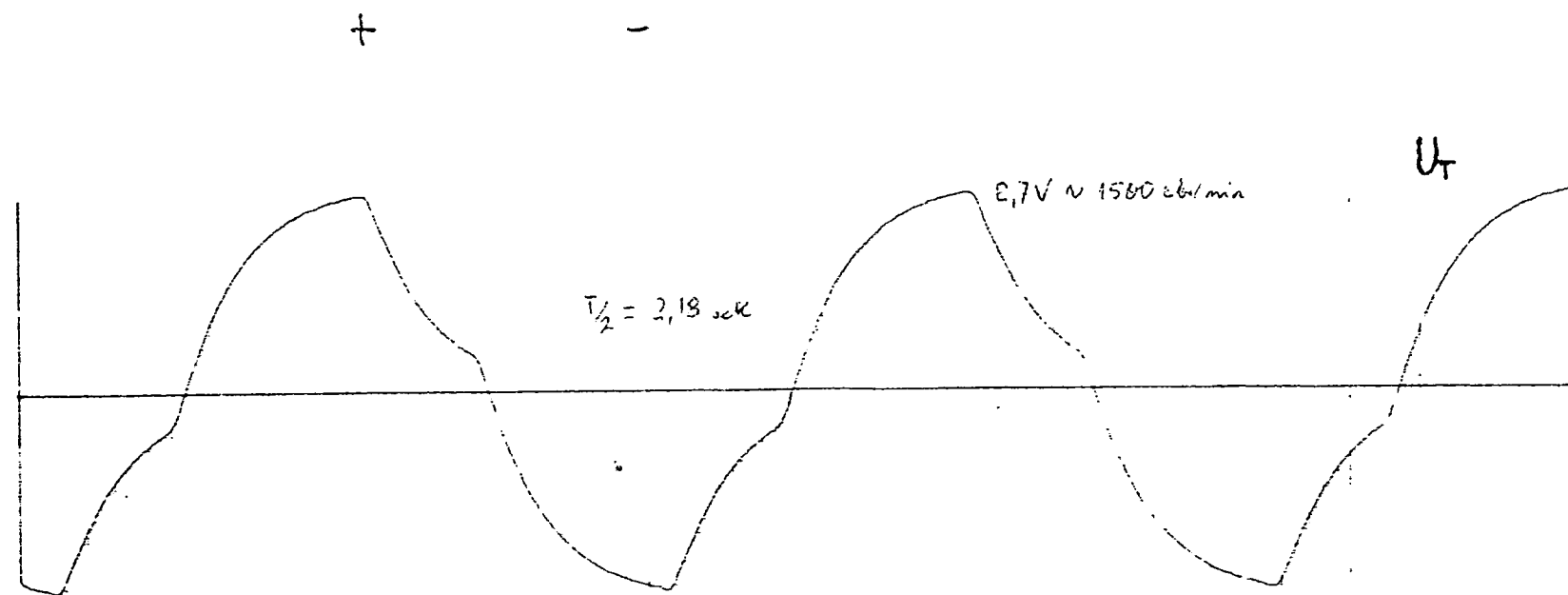
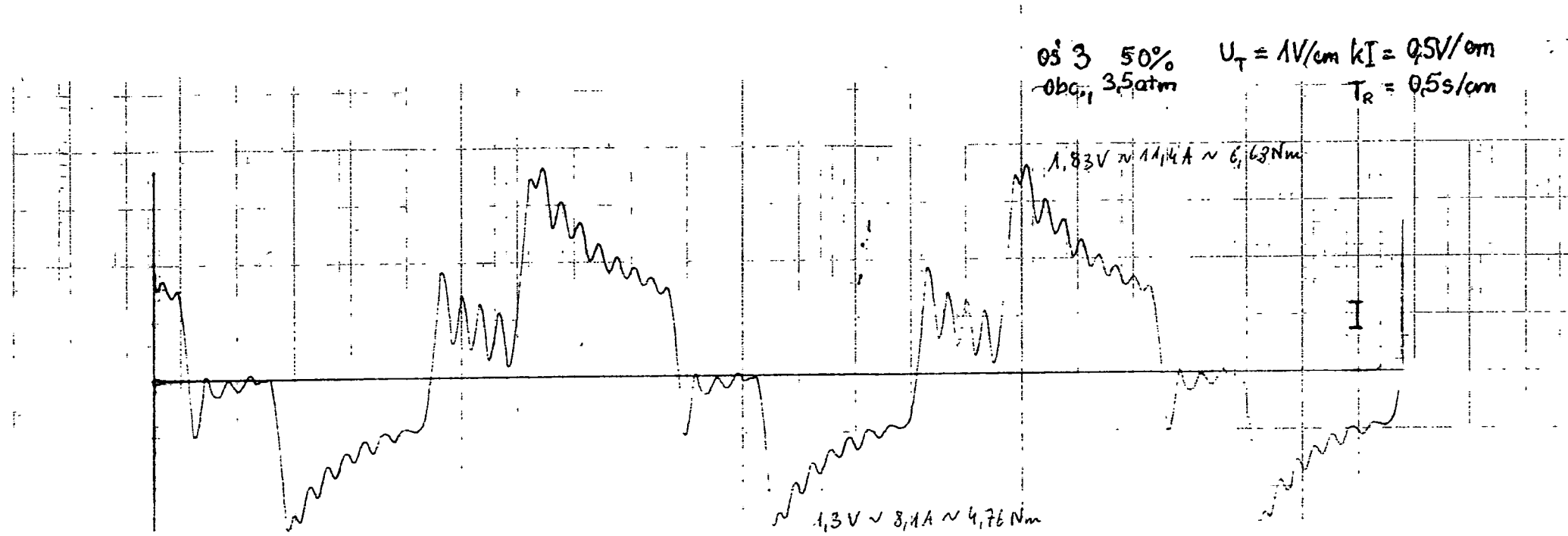


Wykres Nr A24

$\phi 2$   
 $Q = 70$  kg  
 $V = 100$  %  
 $P = 0,35$  MPa



Wykres Nr A 25  
 Os 3  
 Q = 70 kg  
 V = 1,3 %  
 P = 0,35 MPa



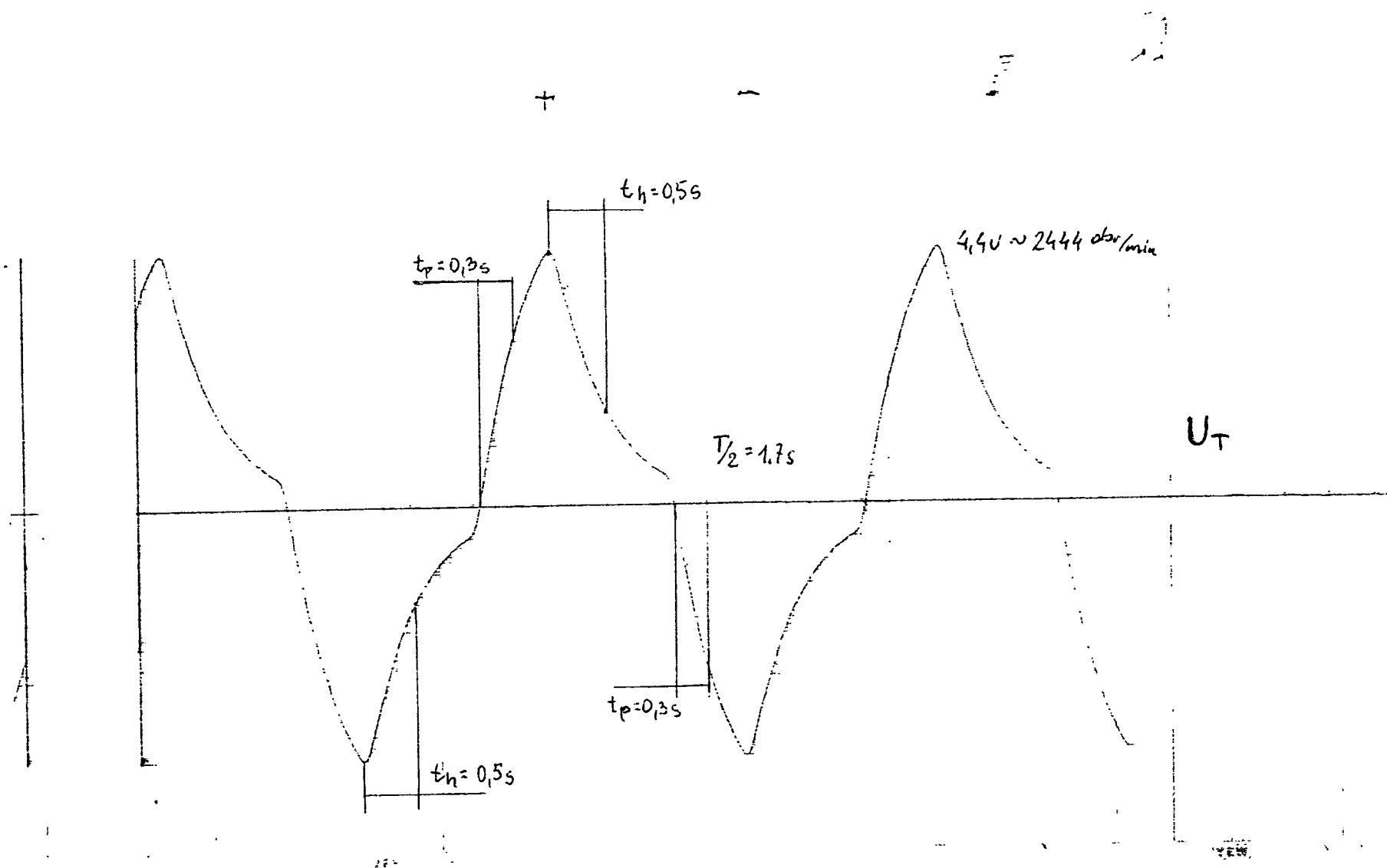
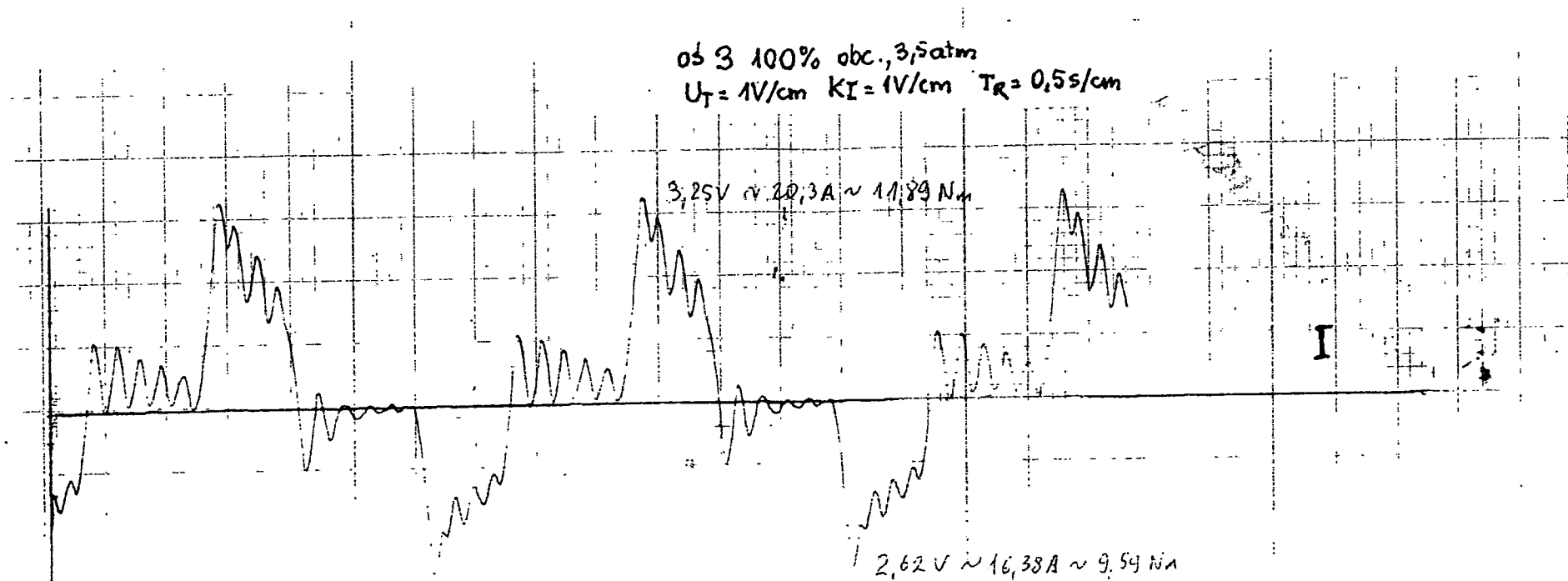
Wykres Nr A26

$0\text{S } 3$

$Q = 70\text{ kg}$

$V = 50\%$

$P = 0,35\text{ MPa}$



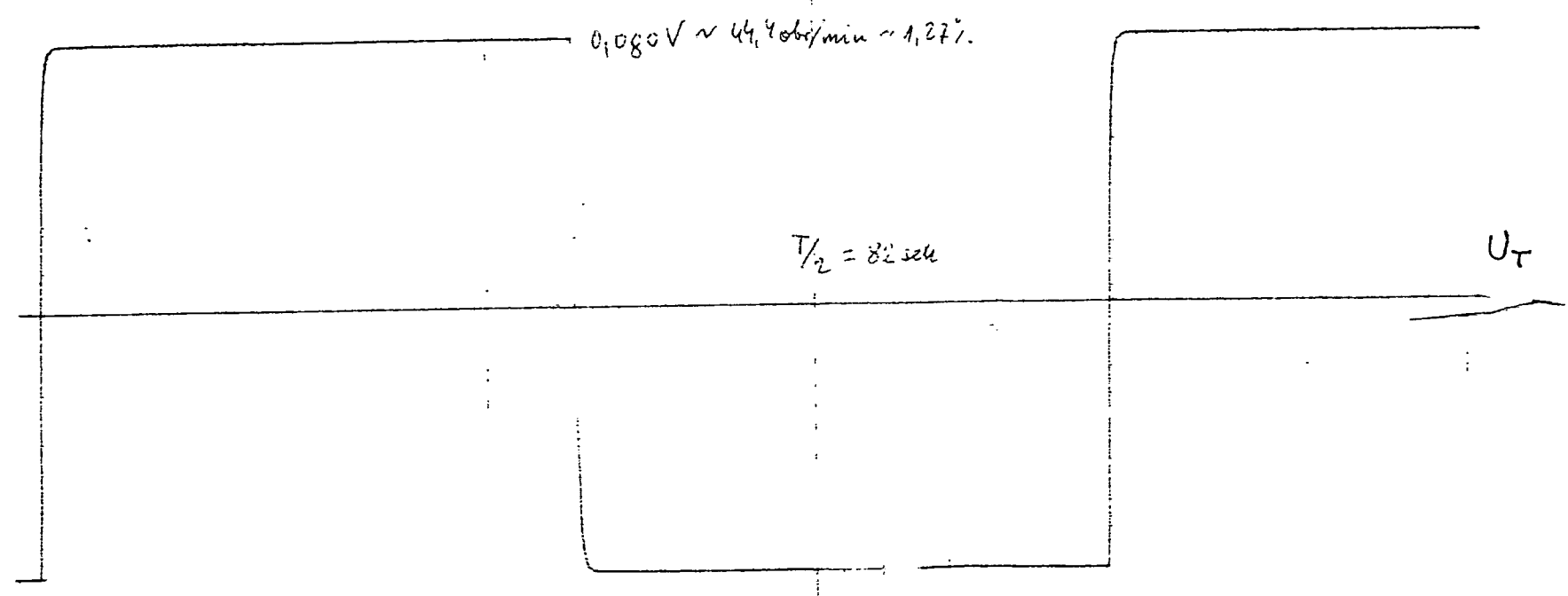
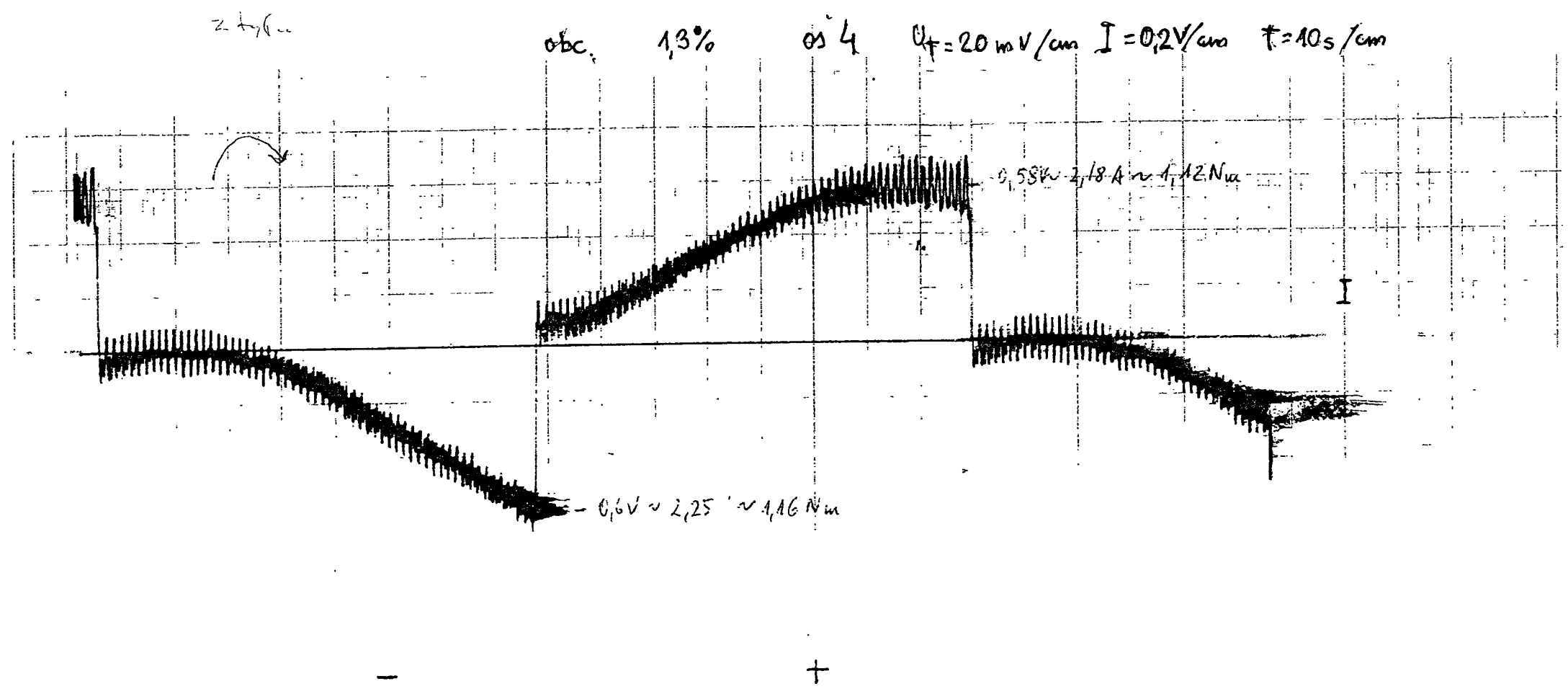
Wykres Nr A27

05 3

Q = 70 kg

V = 100 %

P = 0,35 MPa



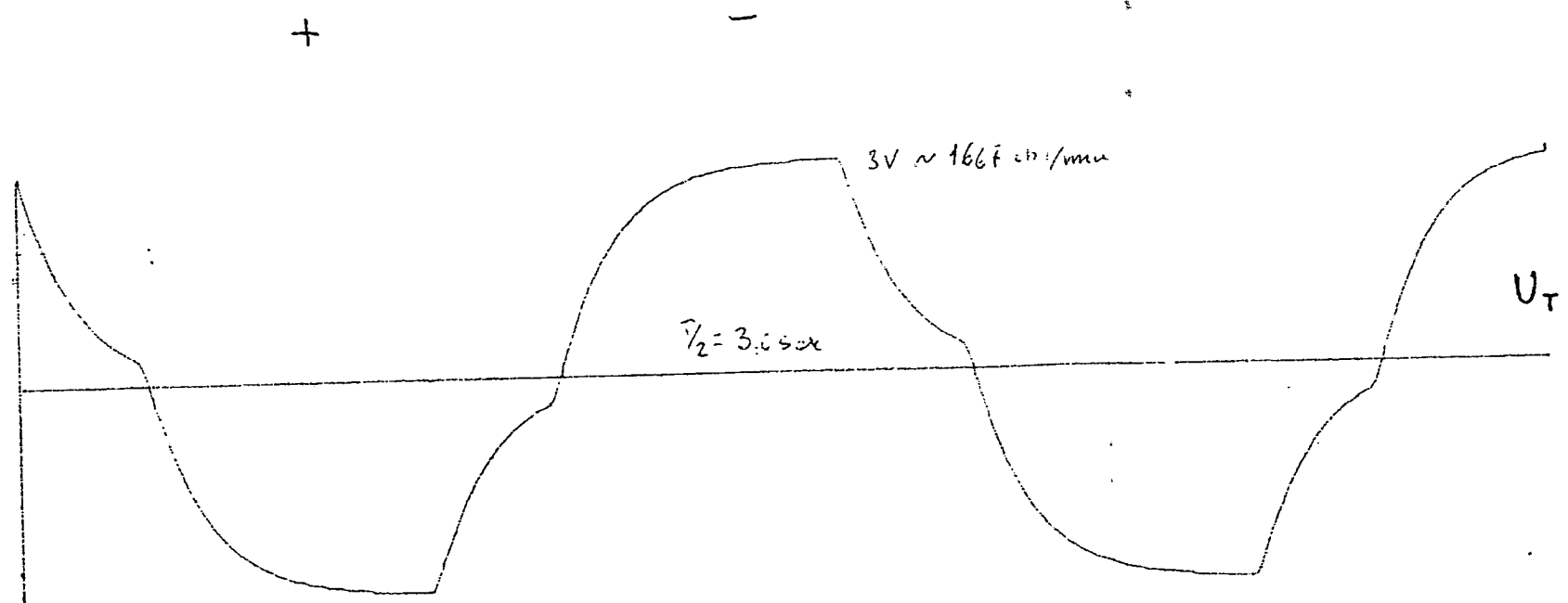
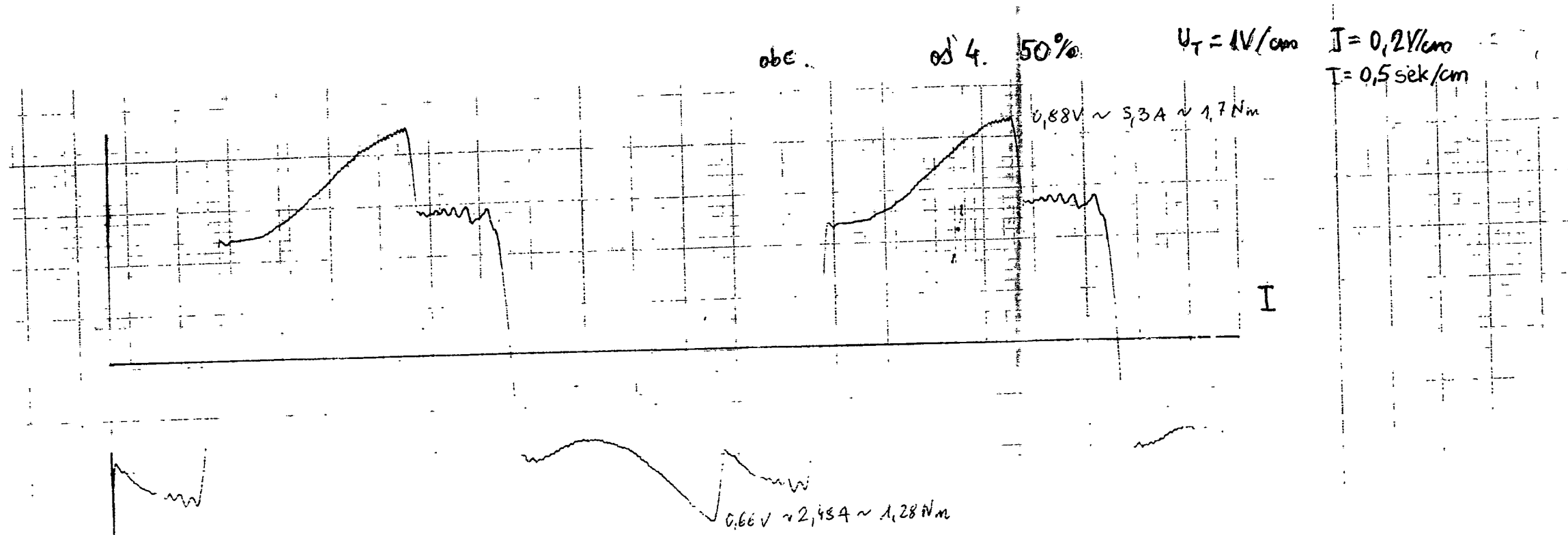
Wykres Nr A28

OS 4

Q = 70 kg

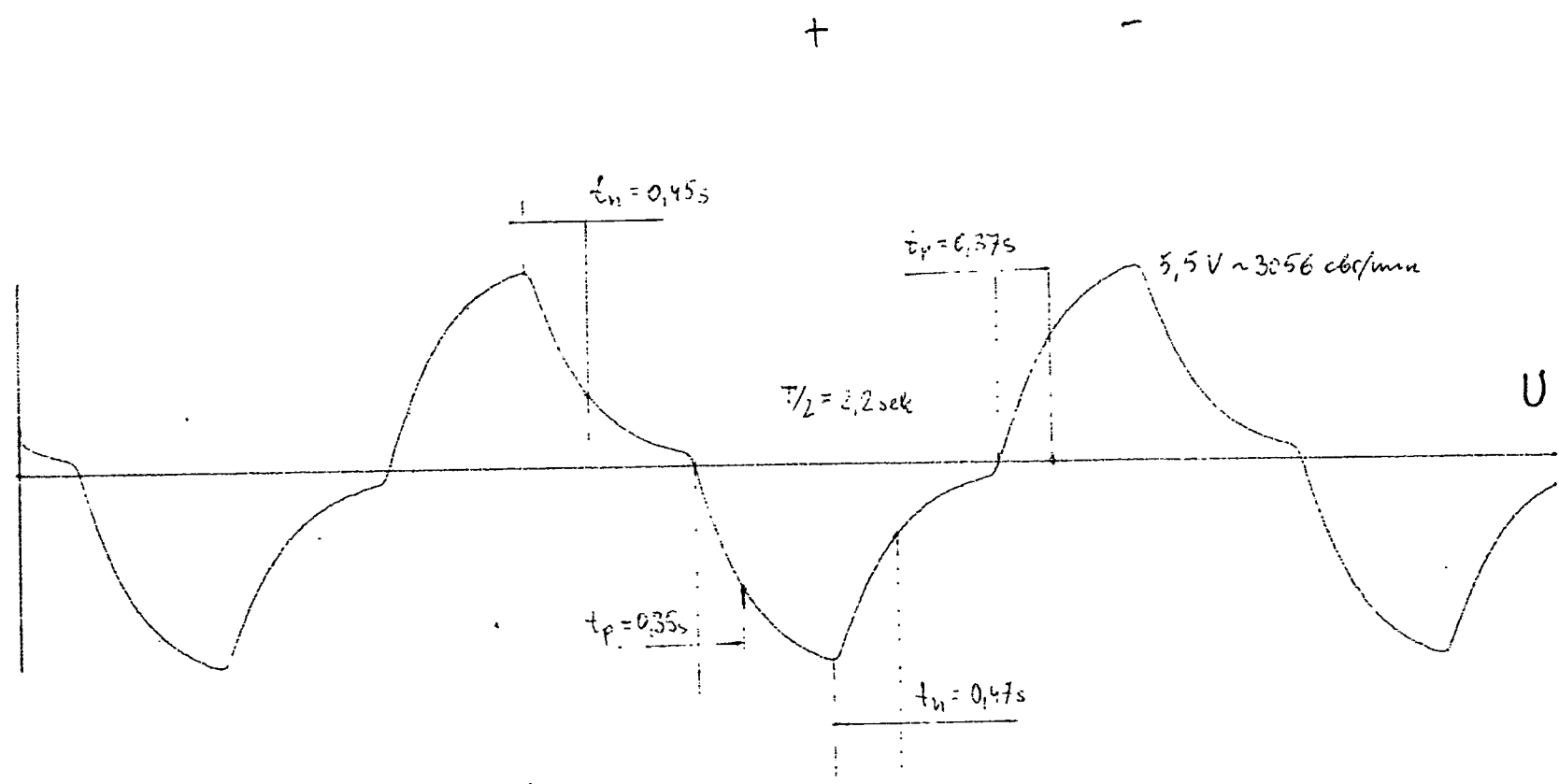
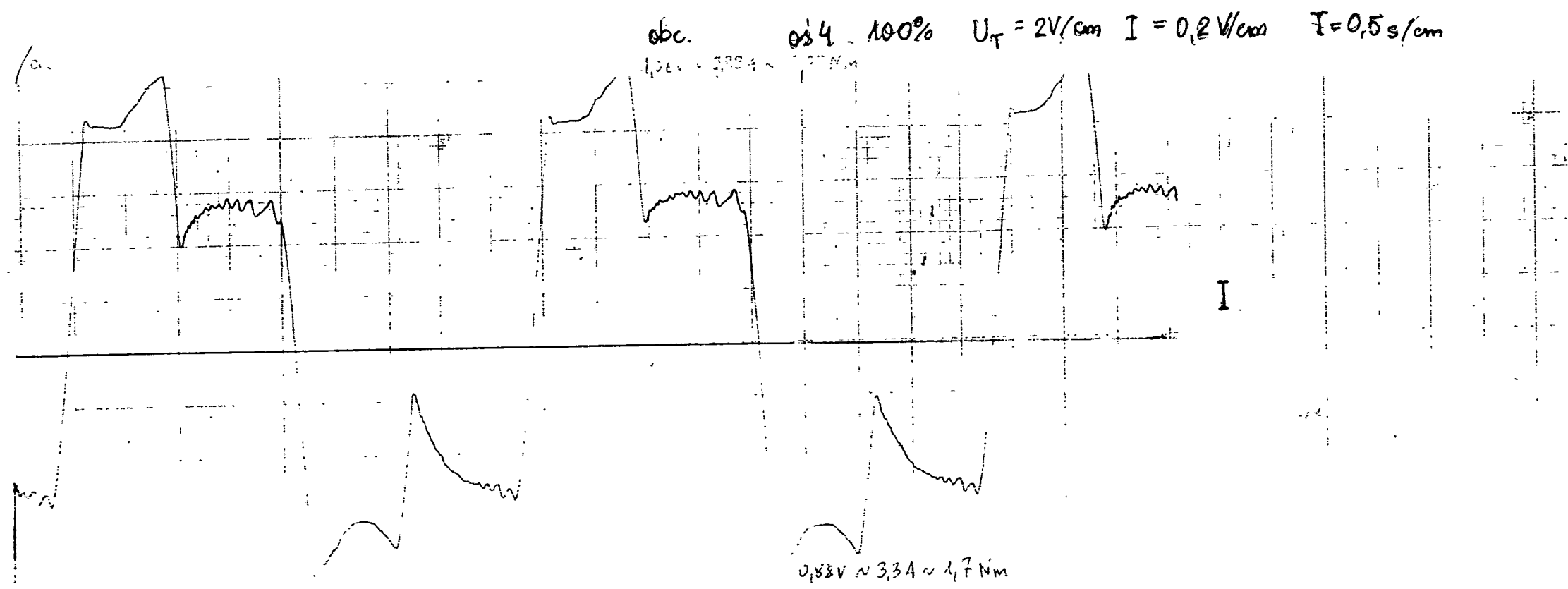
V = 1,3 %

P = 0,35 MPa



Wykres Nr A 29  
 OS 4  
 Q = 70 kg  
 V = 50 %  
 P = 0,35 MPa





Wykres Nr A30

0s 4

Q = 70 kg

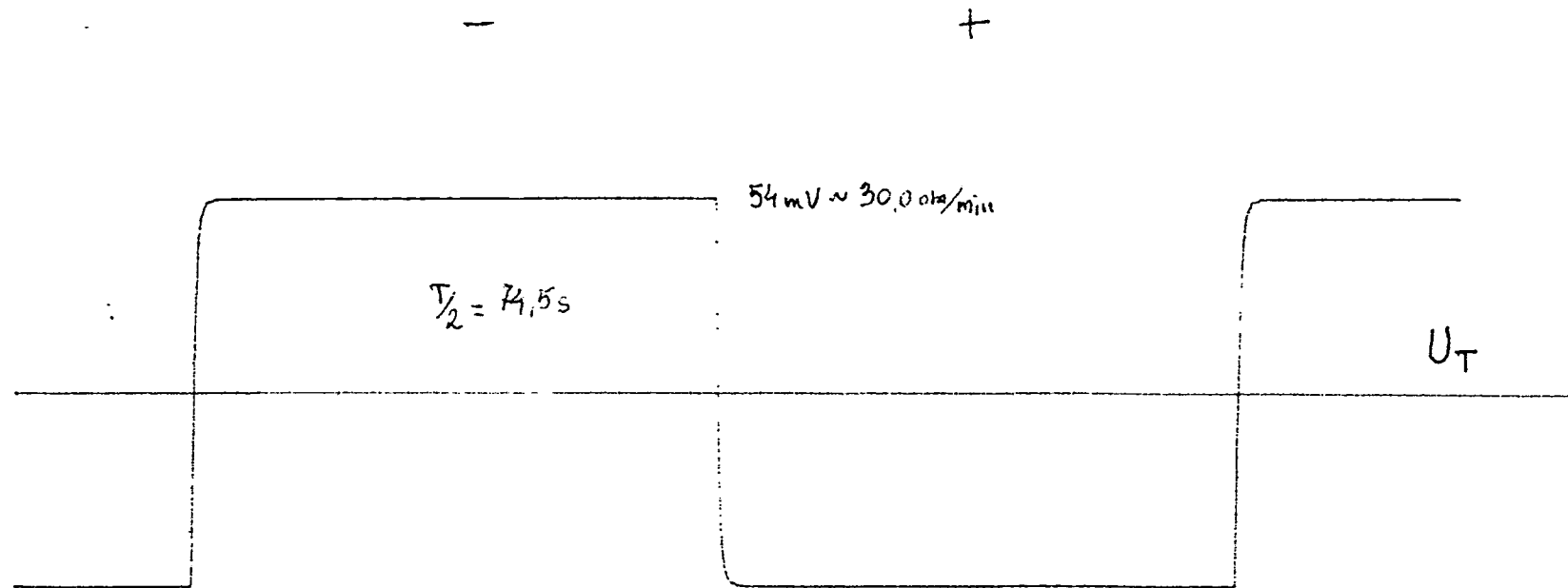
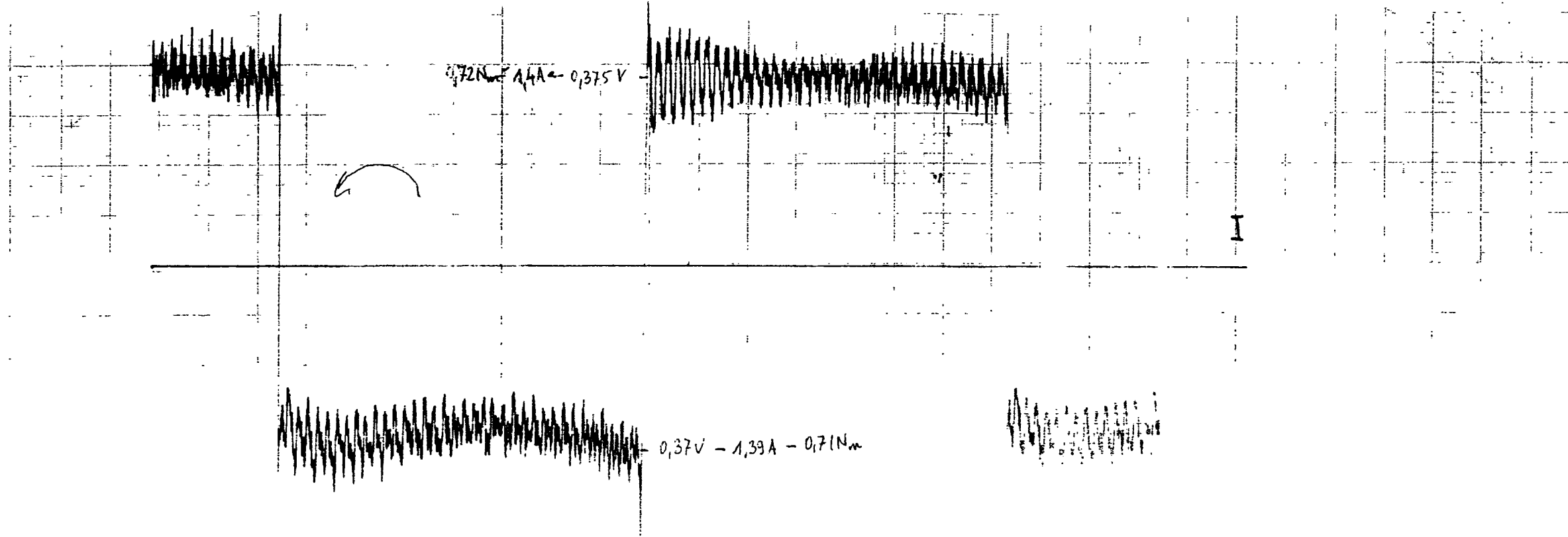
V = 100 %

P = 0,35 MPa

2000z 24Vn

0005

0s 5 1,3%  $U_T = 20\text{mV/cm}$   $I = 0,1\text{V/cm}$   $F = 10\text{s/cm}$



Wykres Nr A31

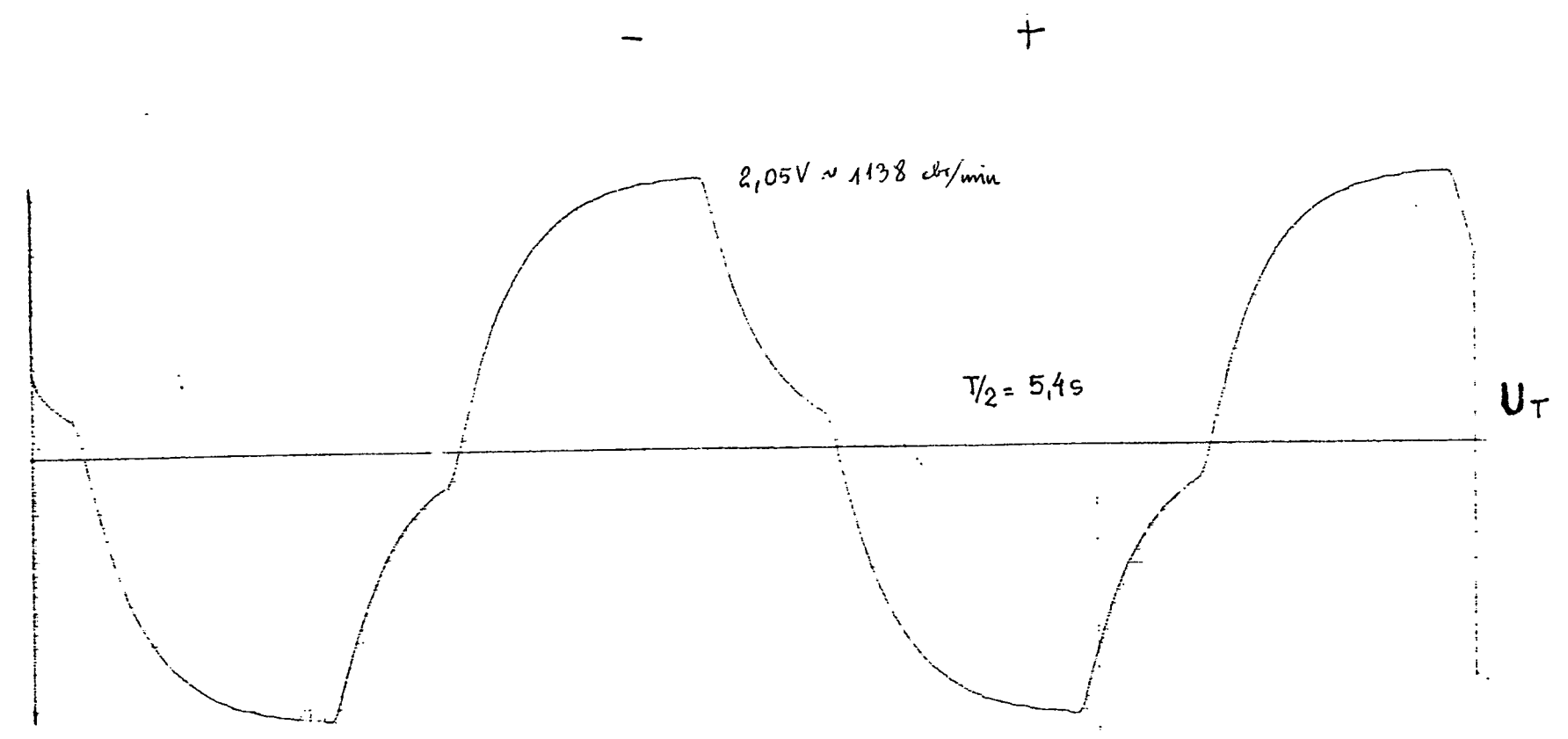
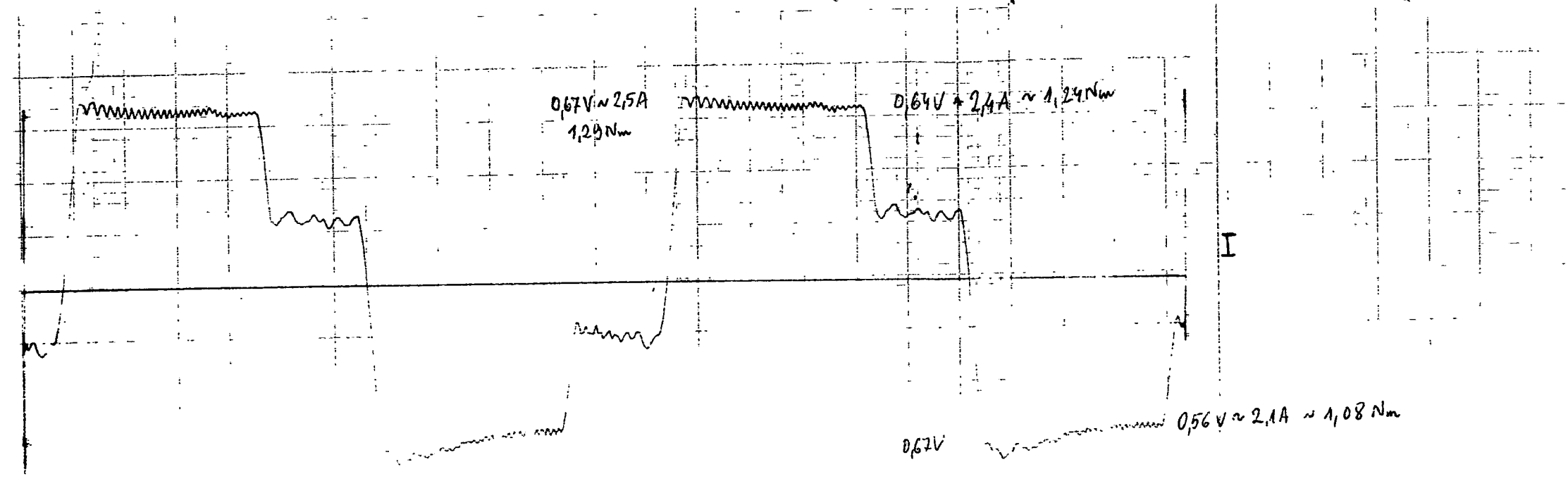
0s 5

Q = 70 kg

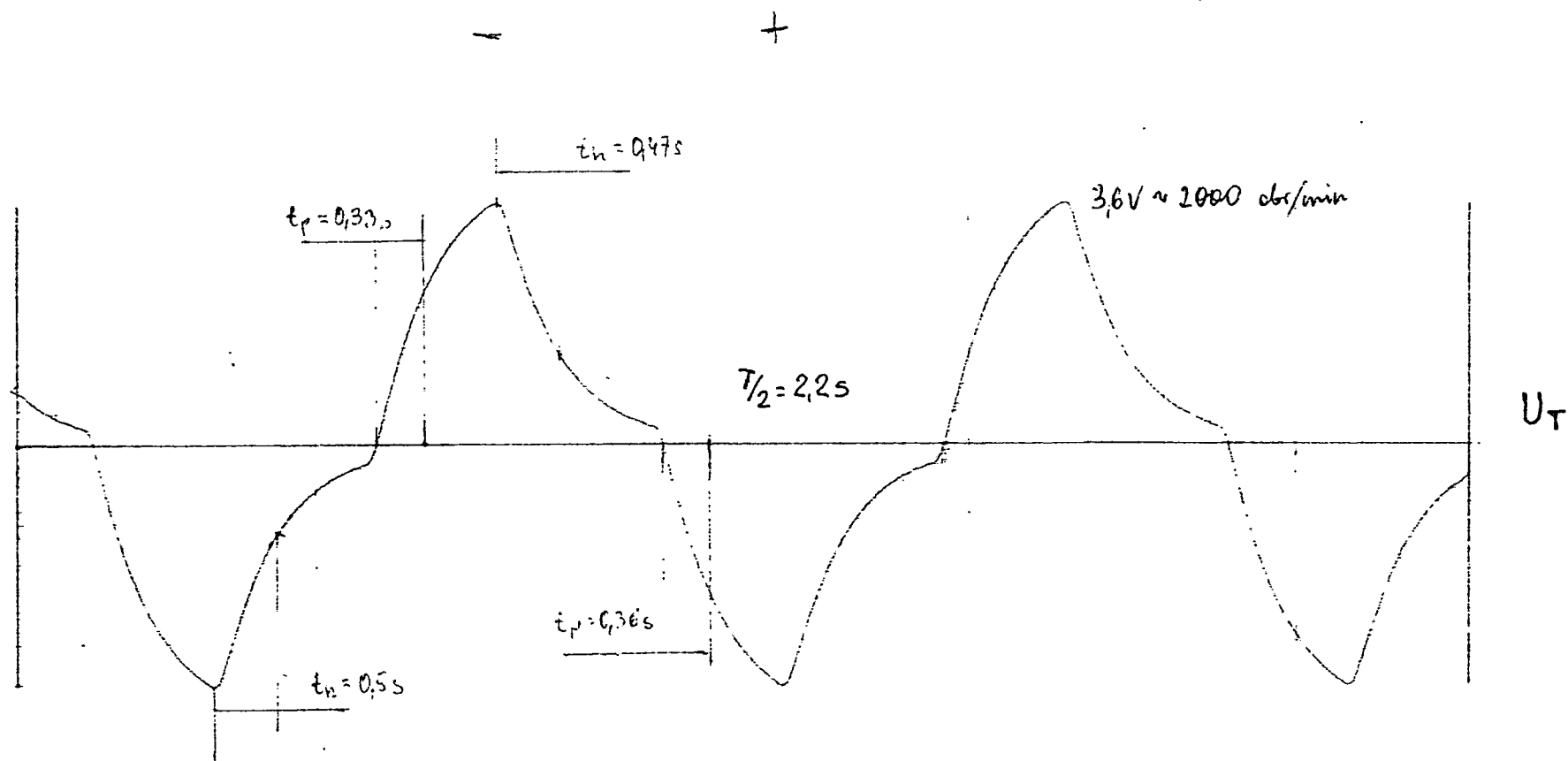
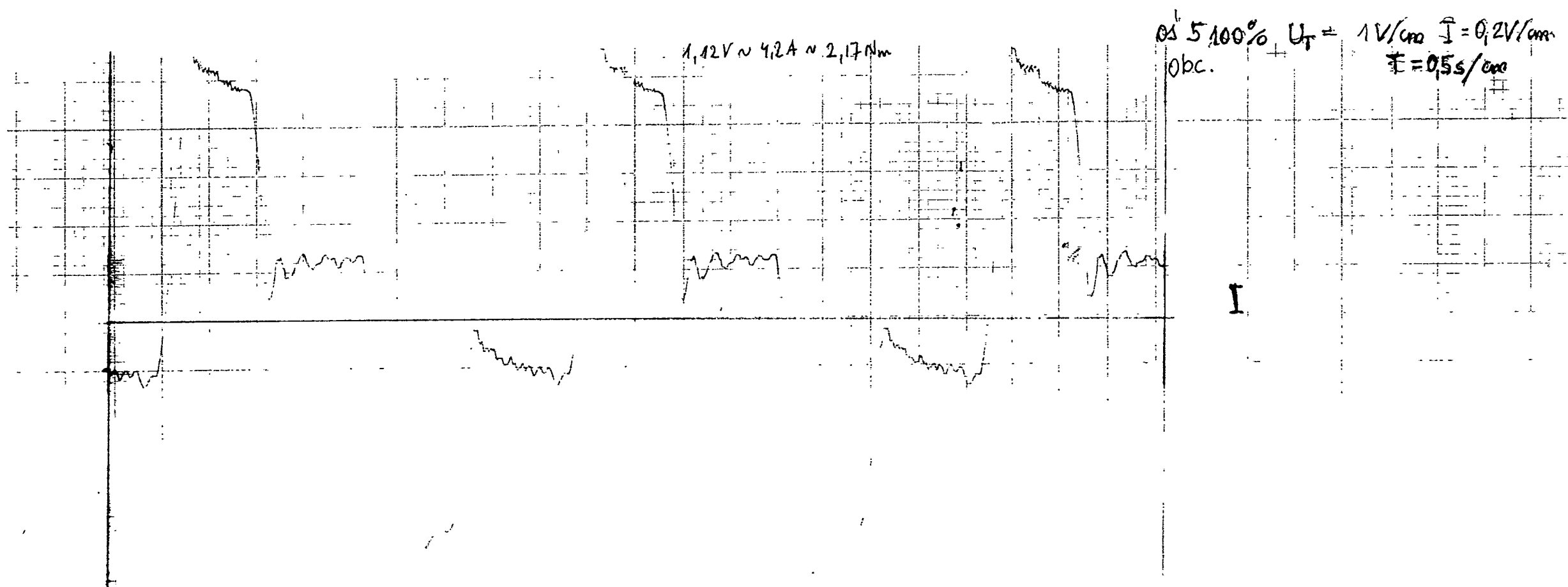
V = 1,3 %

P = 0,35 MPa

obc 0,5 50%  $U_T = 0,5V/cm$   $I = 0,2V/cm$   $F = 0,5s/cm$



Wykres Nr A32  
 0,5  
 $Q = 70$  kg  
 $V = 50$  %  
 $P = 0,35$  MPa



Wykres Nr A33

0,5 5  
 Q = 70 kg  
 V = 100 %  
 P = 0,35 MPa

obc. 05 6 1,3%  $U_T = 20 \text{ mV/cm}$   
 $I = 50 \text{ mV/cm}$   $T = 10 \text{ s/cm}$

$0,11 \text{ Nm} \sim 0,2 \text{ A} \sim 0,175 \text{ V}$

$0,155 \text{ V} \sim 0,19 \text{ A} \sim 0,1 \text{ Nm}$

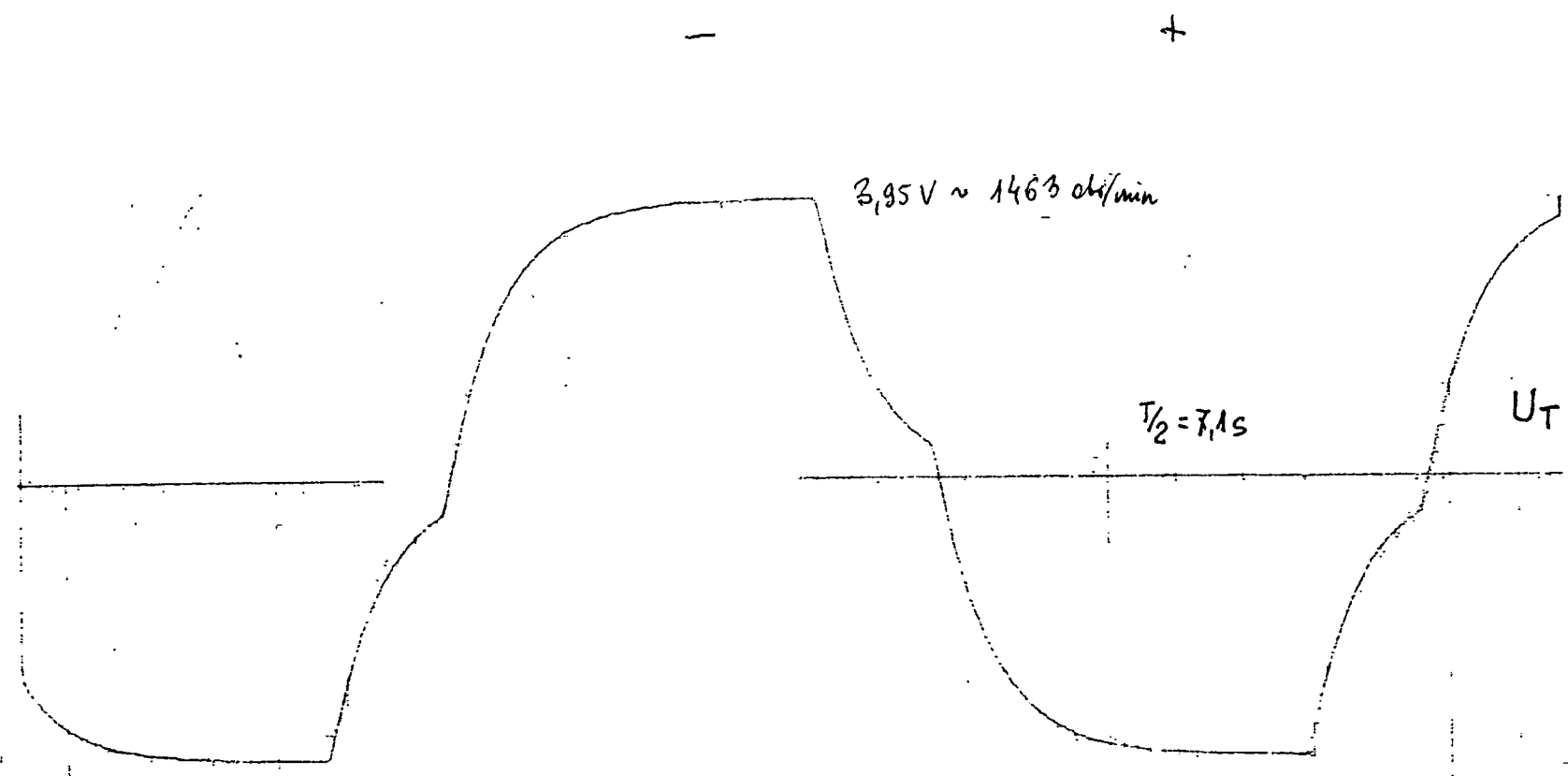
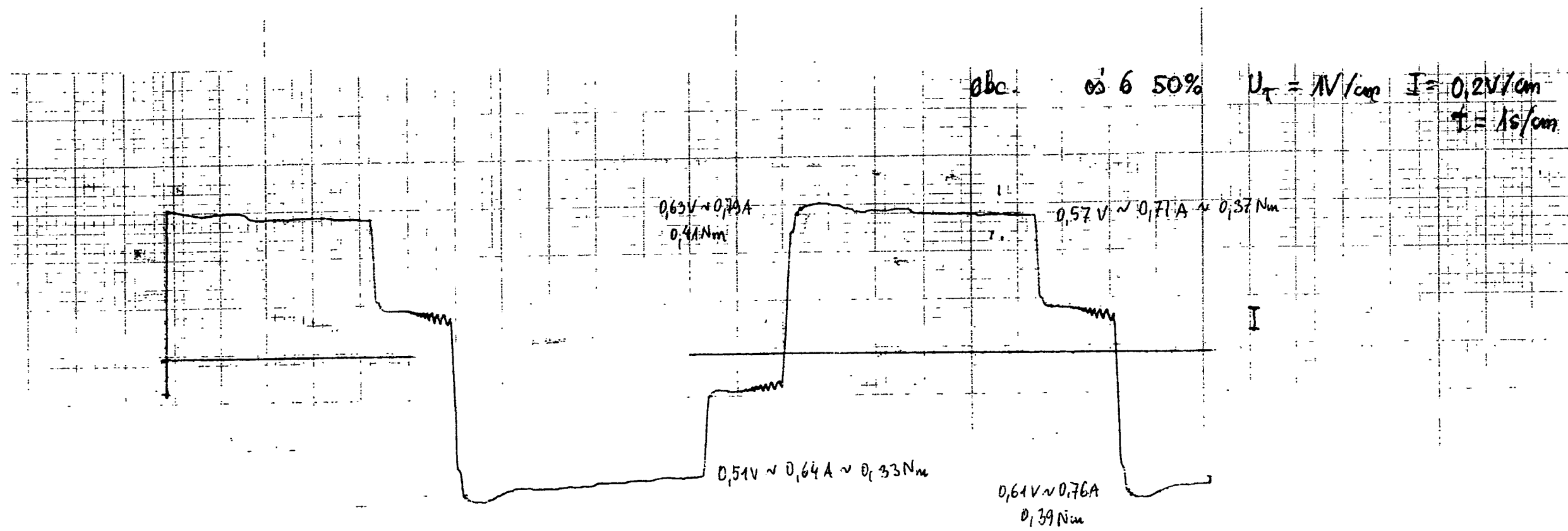
$94 \text{ mV} \sim 34 \text{ ob/min}$

$T_{1/2} = 260 \text{ s}$

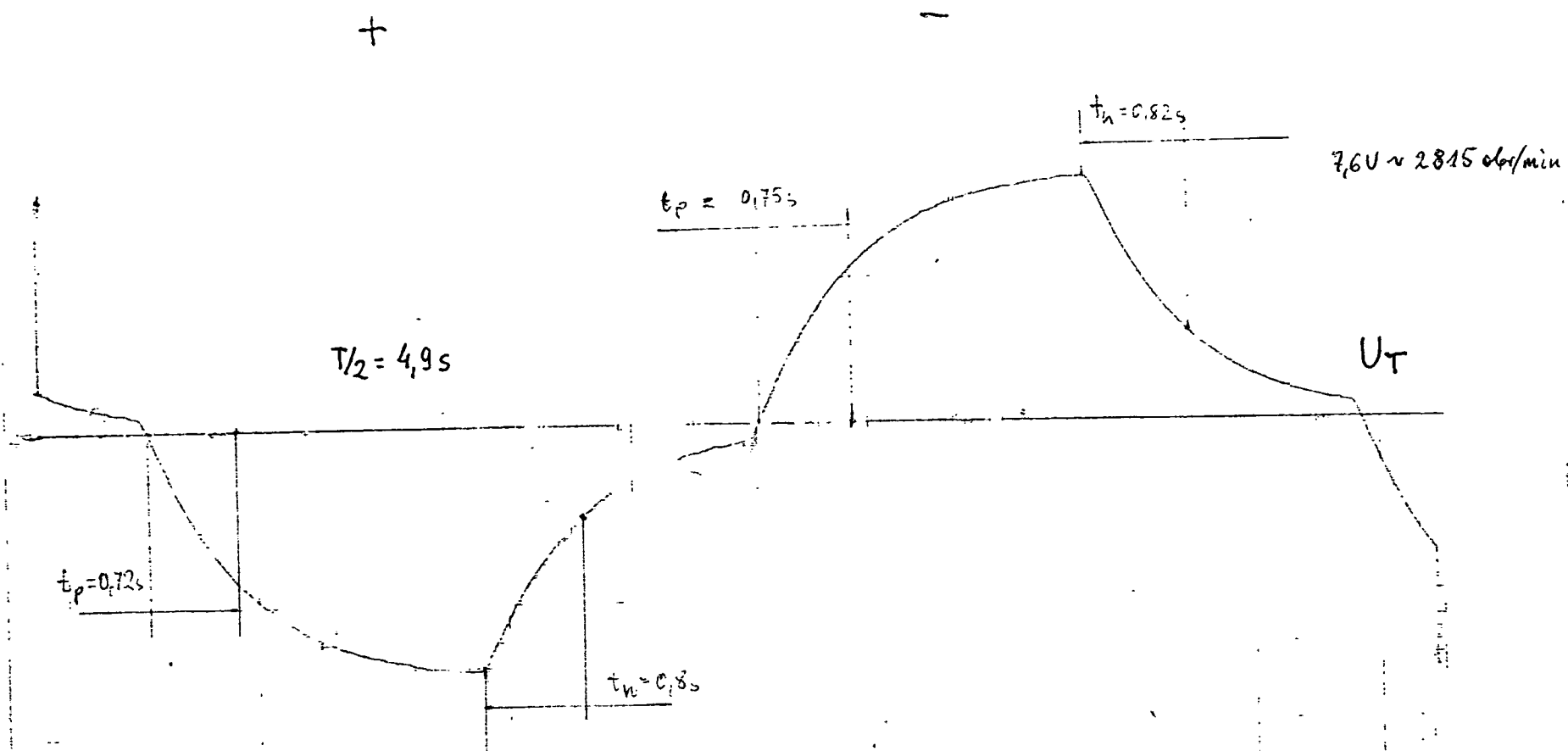
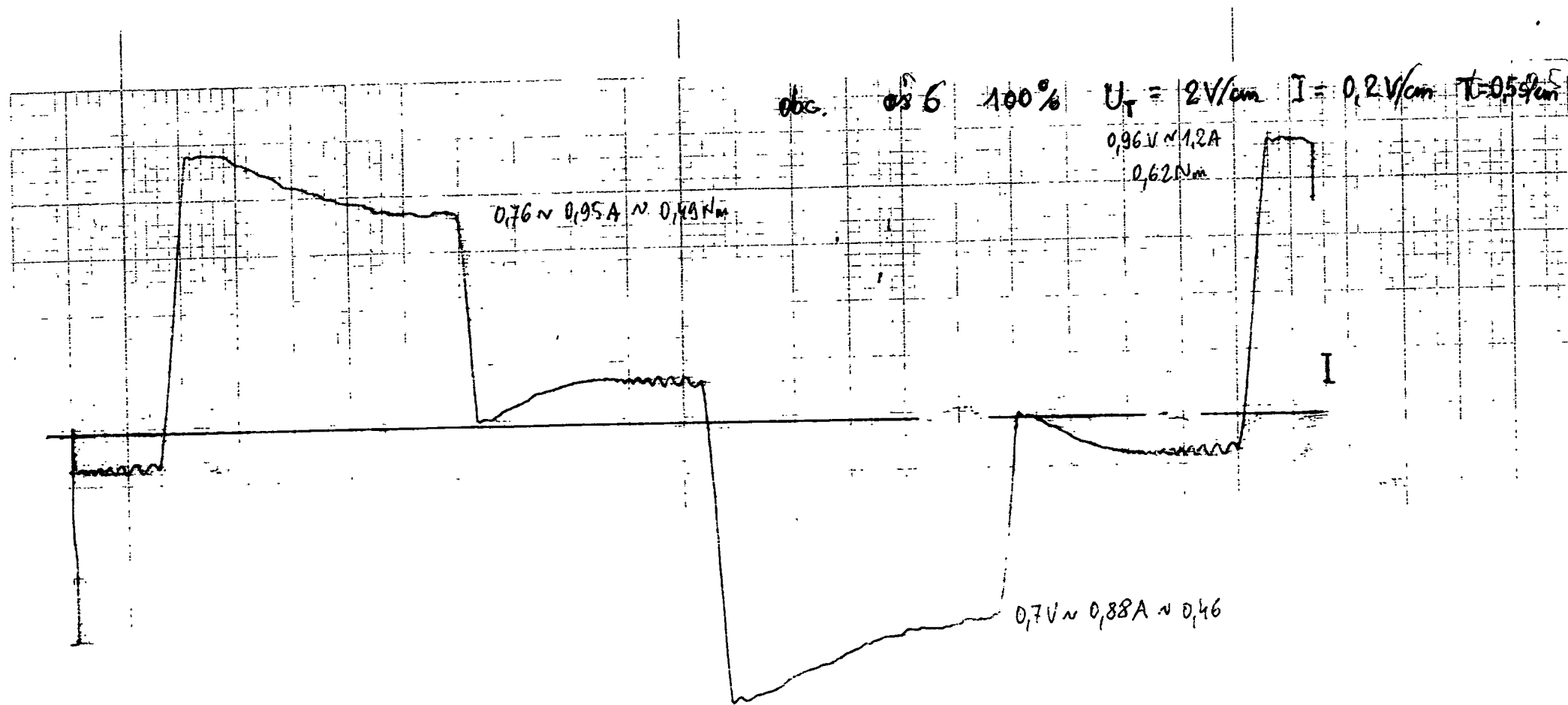
$U_T$

Wykres Nr A34

05 6  
 $Q = 70 \text{ kg}$   
 $V = 1,3 \%$   
 $P = 0,35 \text{ MPa}$



Wykres Nr A35  
 OS 6  
 Q = 70 kg  
 V = 50 %  
 P = 0,35 MPa



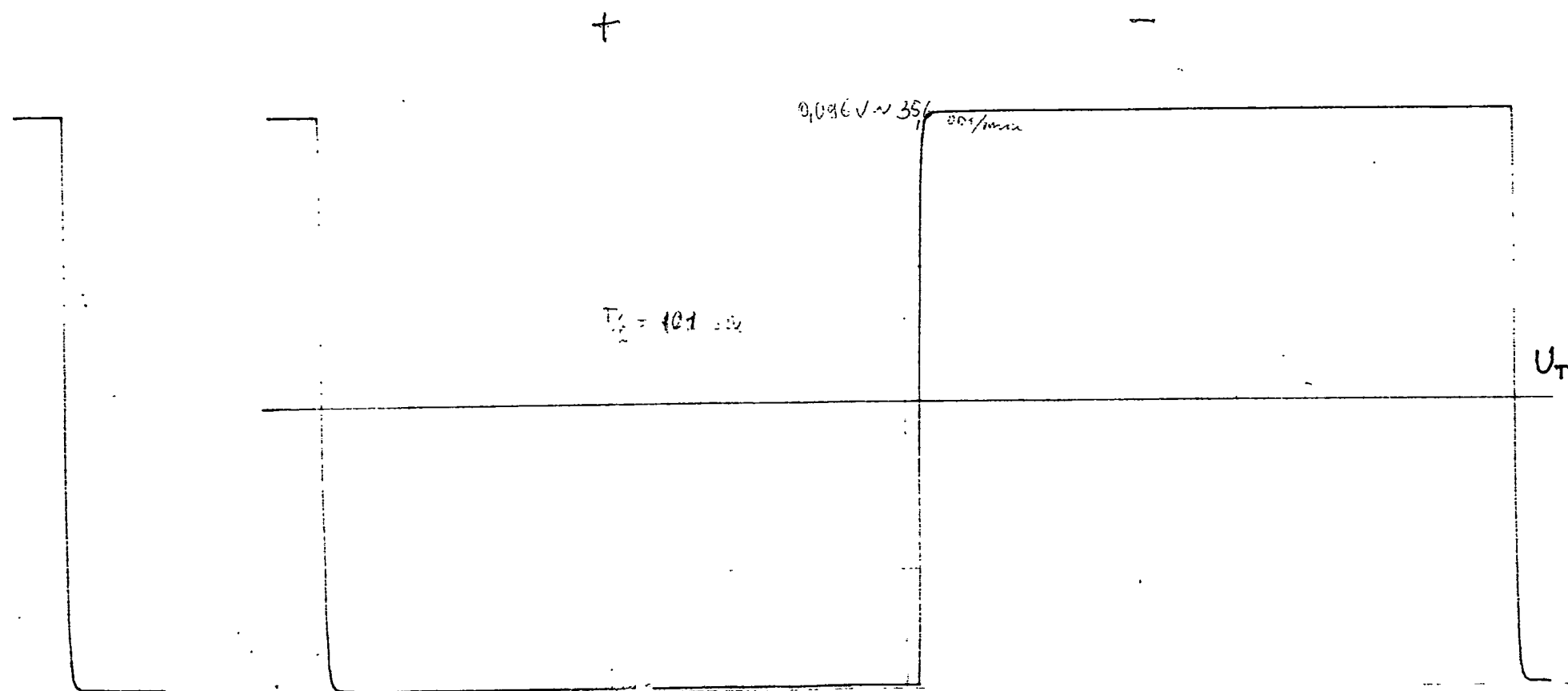
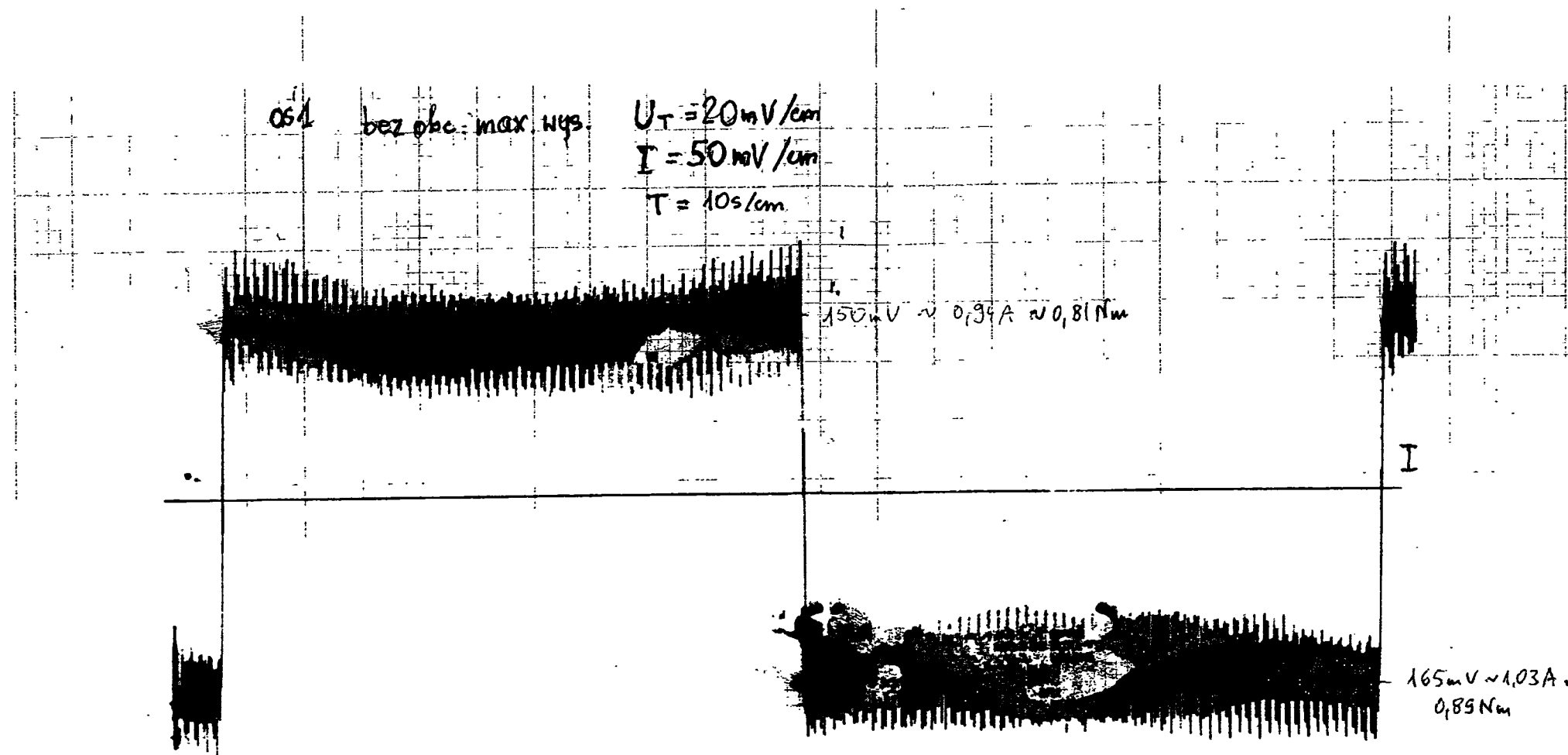
Wykres Nr A36

OS 6

Q = 70 kg

V = 100 %

P = 0,35 MPa



Wykres Nr A37

051\*

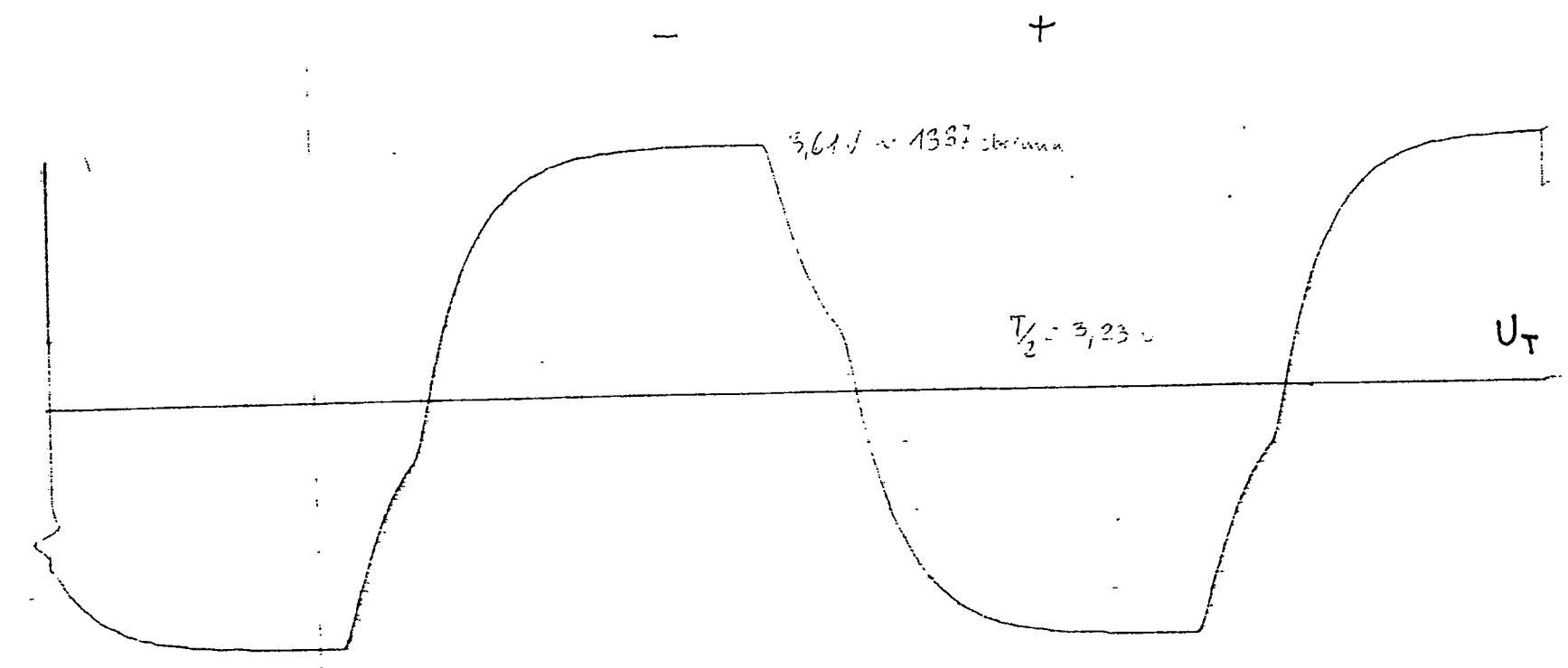
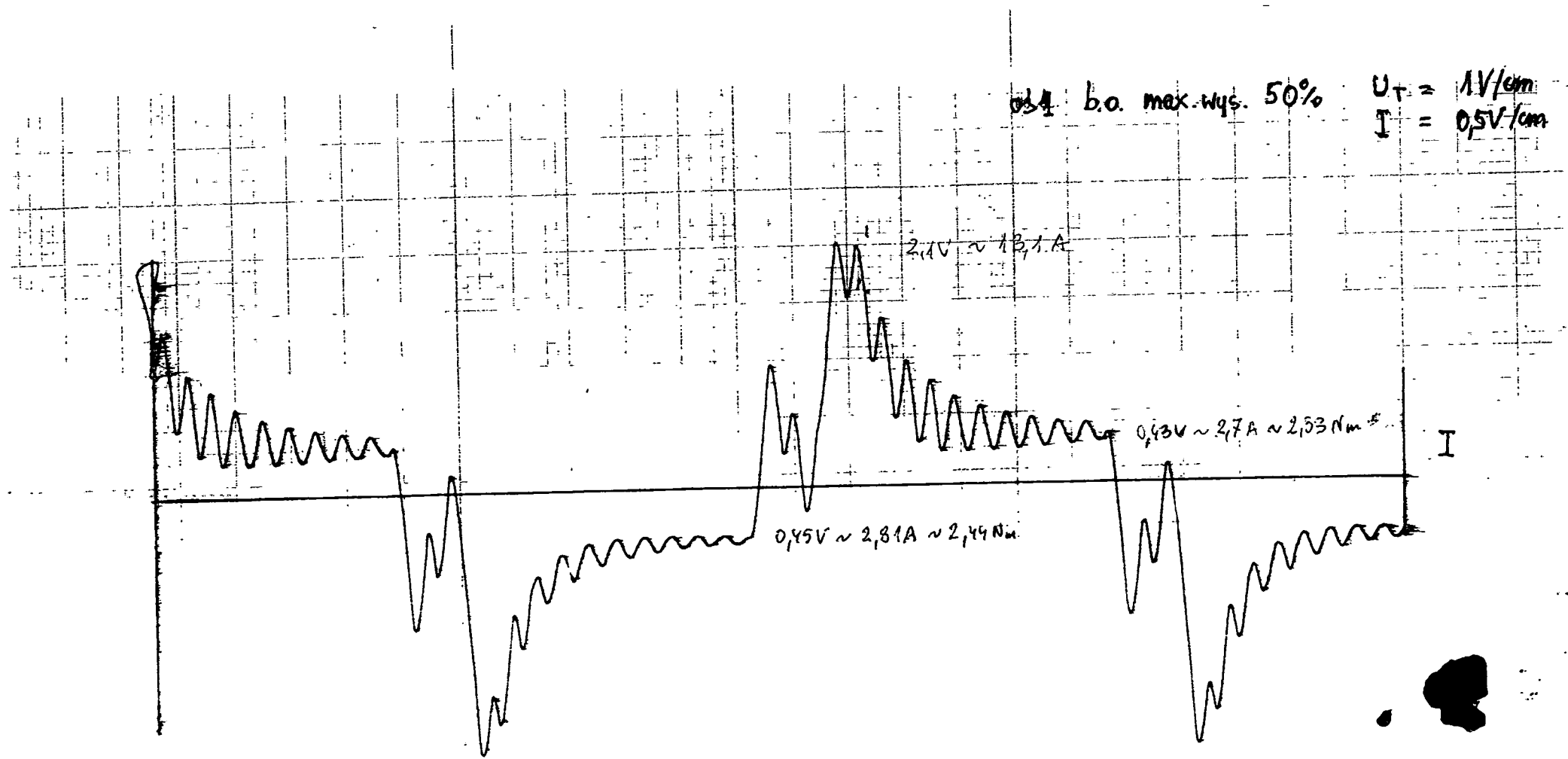
Q = 0 kg

V = 1,3 %

P = 0,25 MPa

\* maksymalny  
wysięg robota

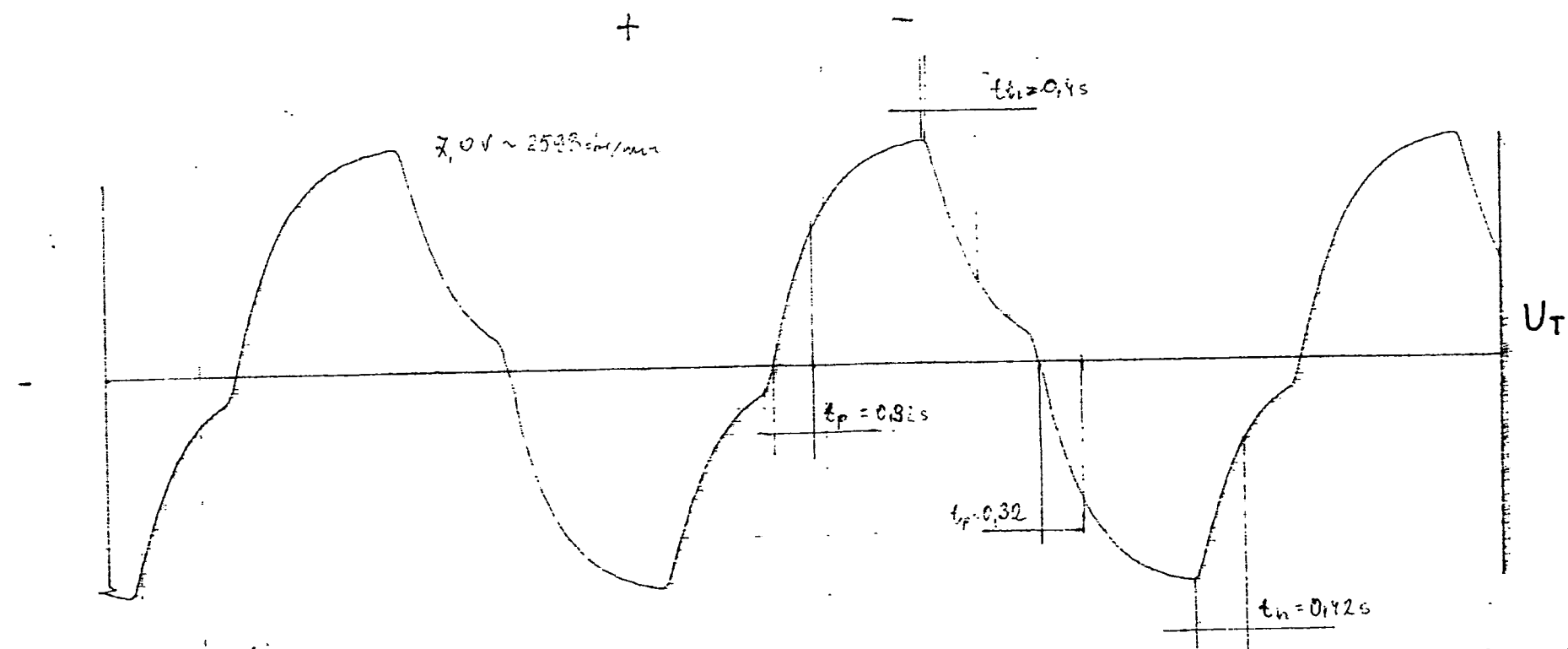
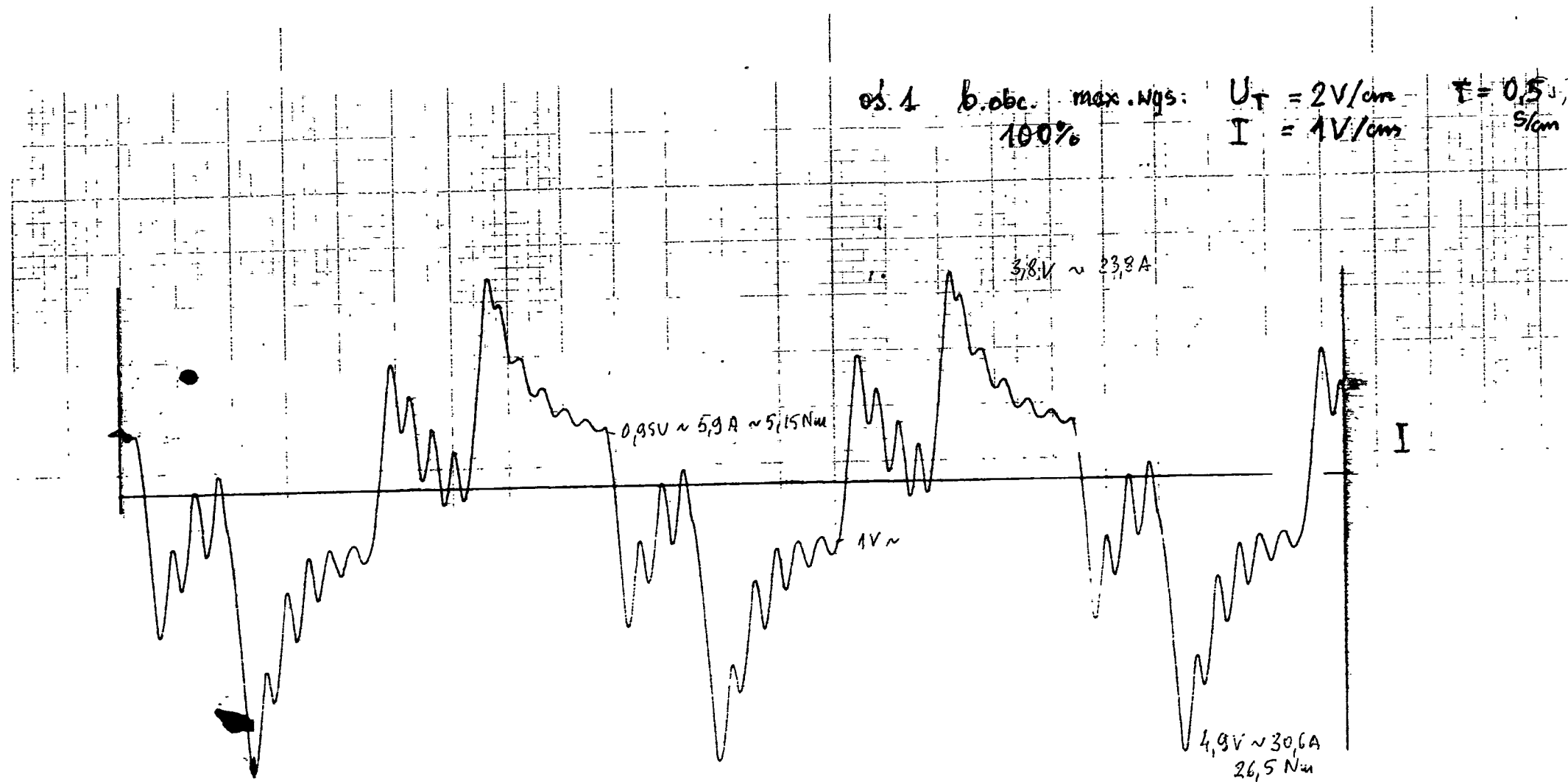




Wykres Nr A38

034\*  
 Q = 0 kg  
 V = 50 %  
 P = 0,25 MPa

\* maksymalny  
 wysięg robota



Wykres Nr A39

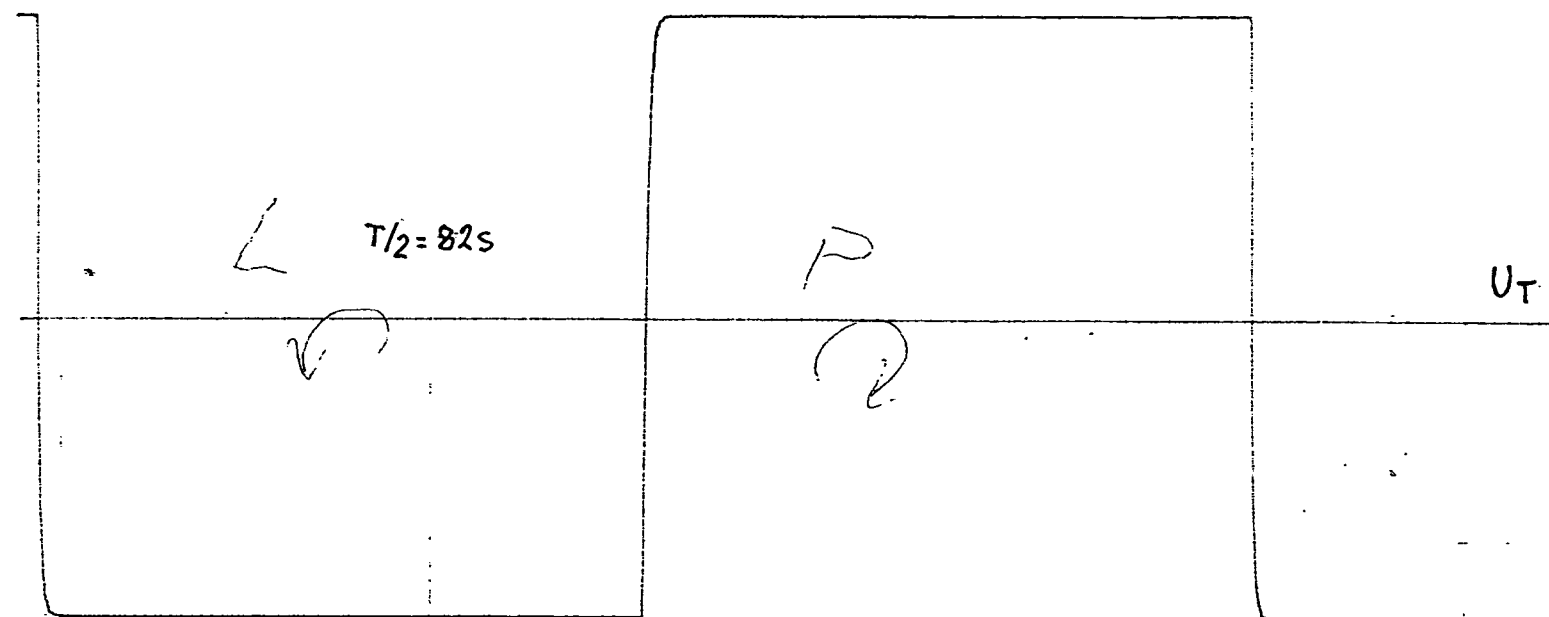
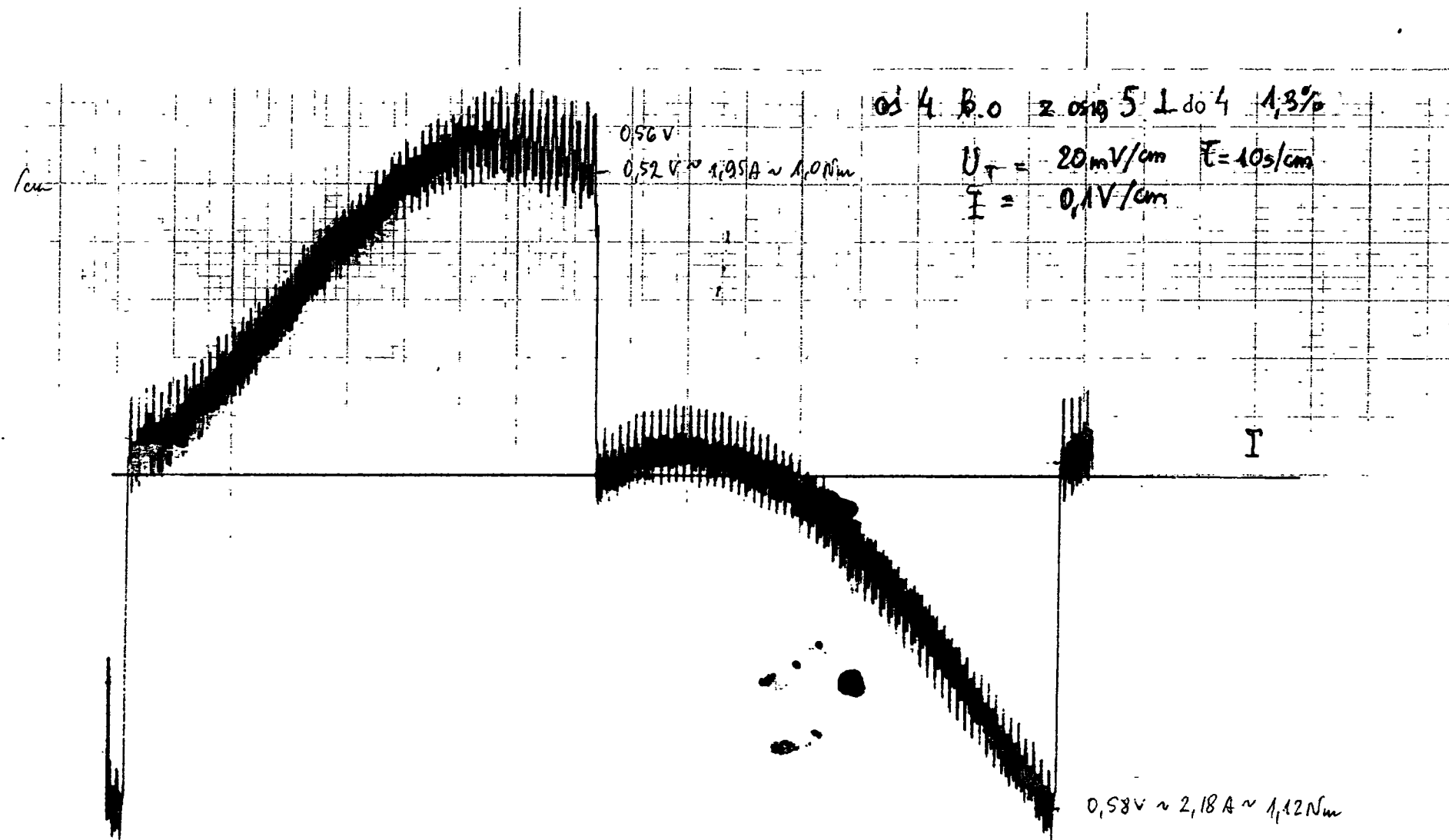
051\*

Q = 0 kg

V = 100 %

P = 0,25 MPa

\* maksymalny  
wysięg robota



Wykres Nr A40

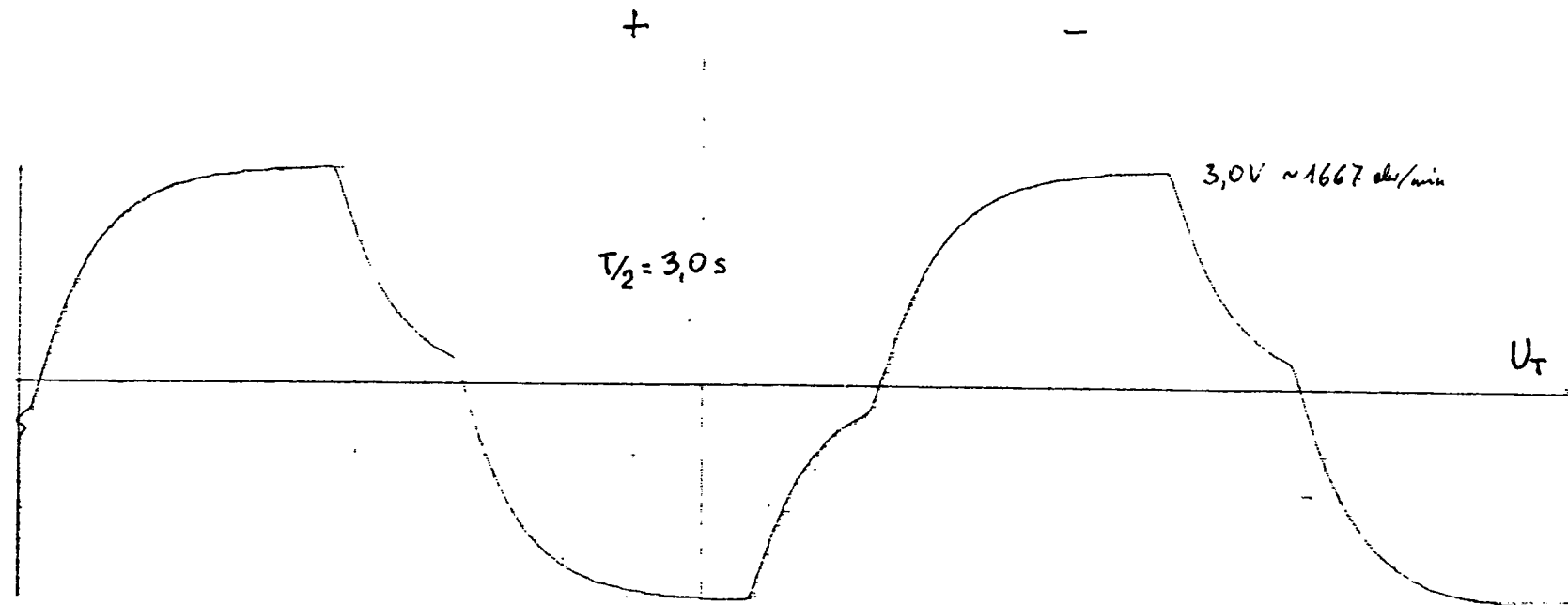
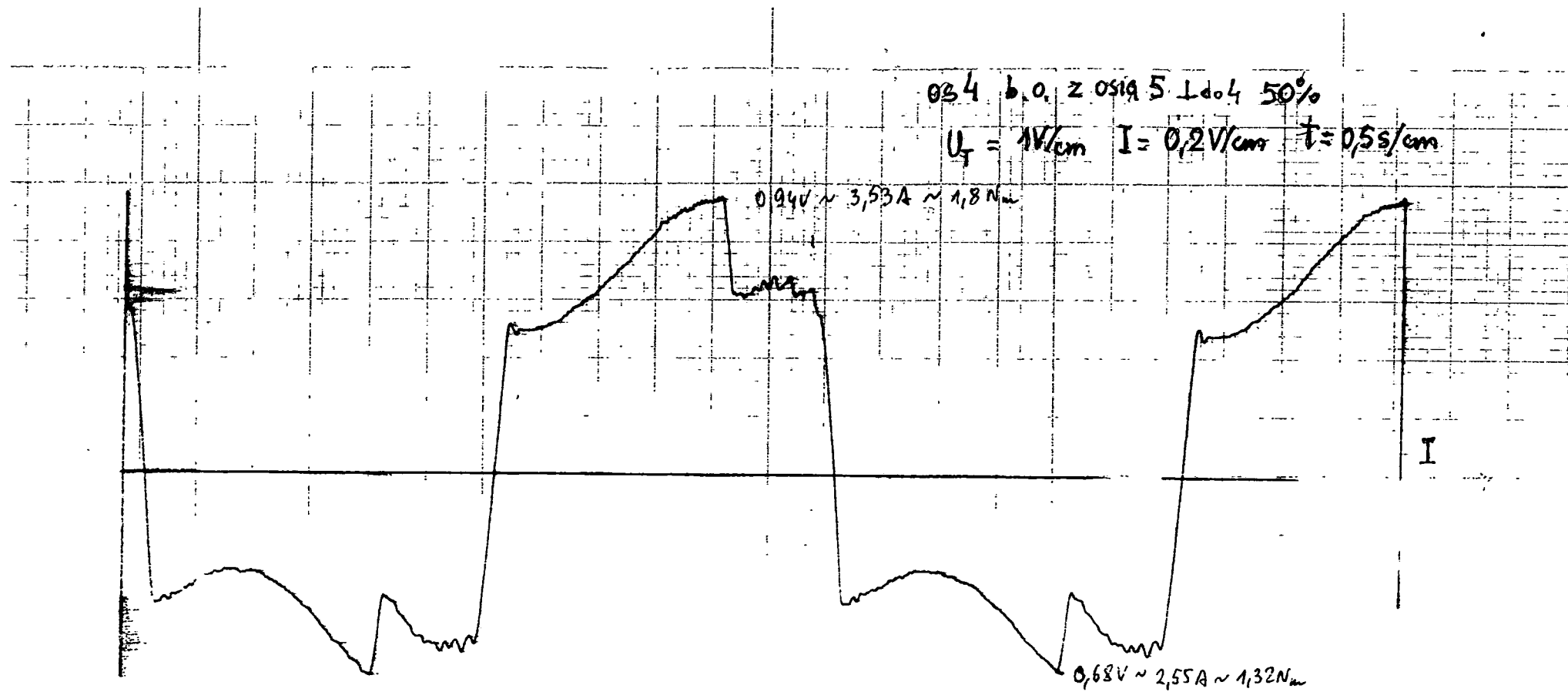
054\*

Q = 0 kg

V = 1,3 %

P = 0,25 MPa

\* 055 prostopadka do osi 4



Wykres Nr A41

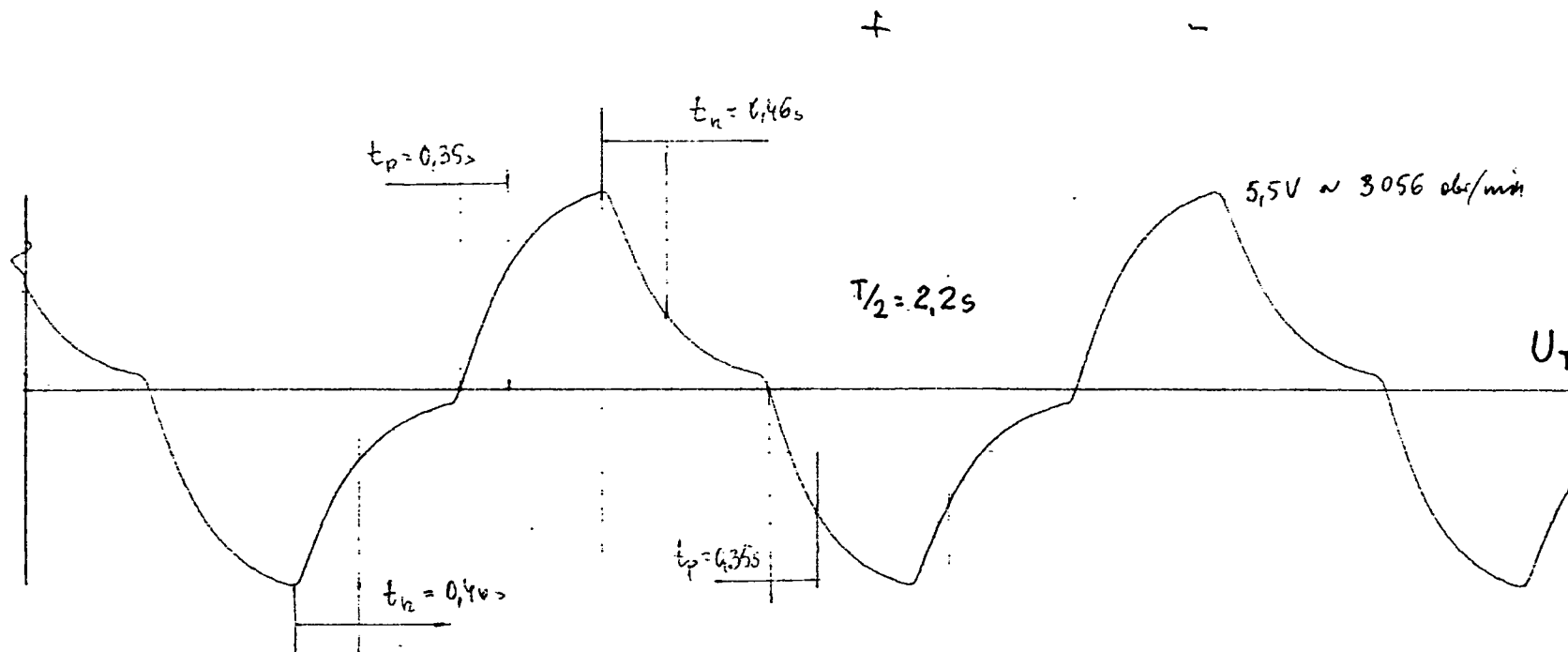
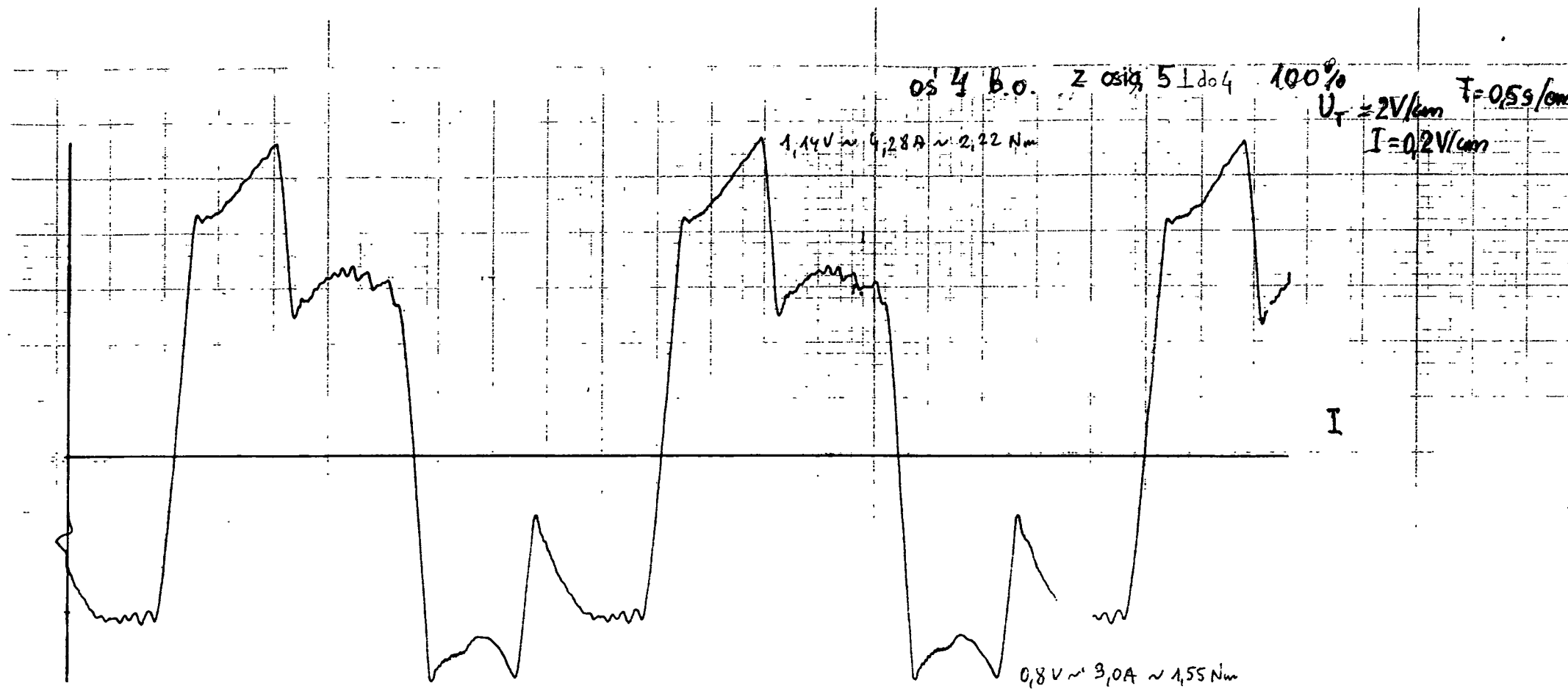
034\*

Q = 0 kg

V = 50 %

P = 0,25 MPa

\* oś 5 prostopadła do osi 4



Wykres Nr A42

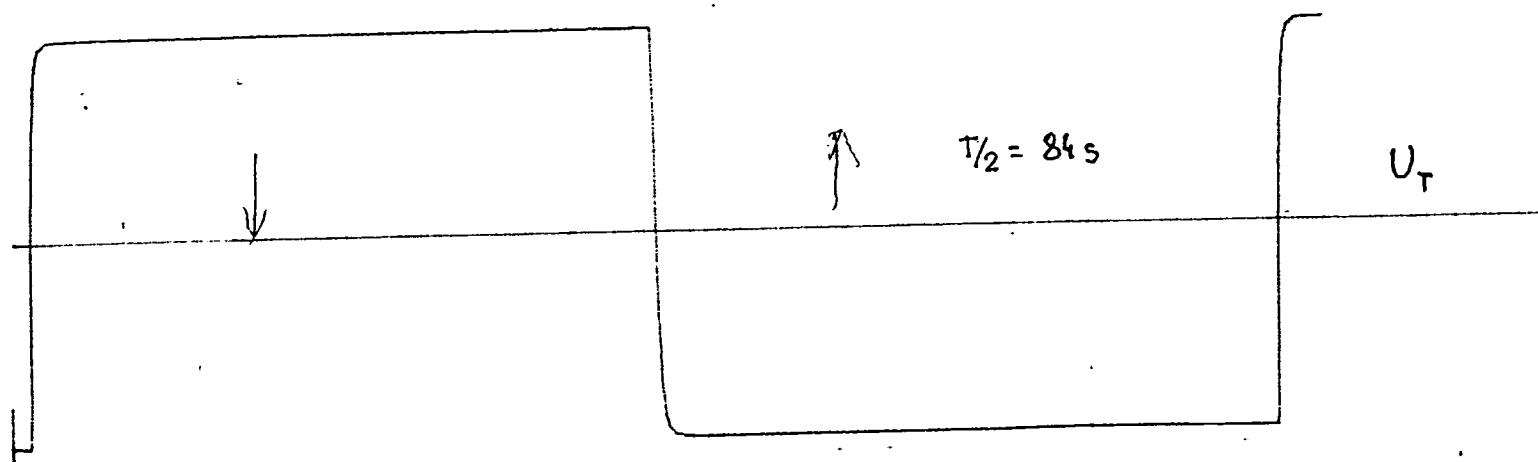
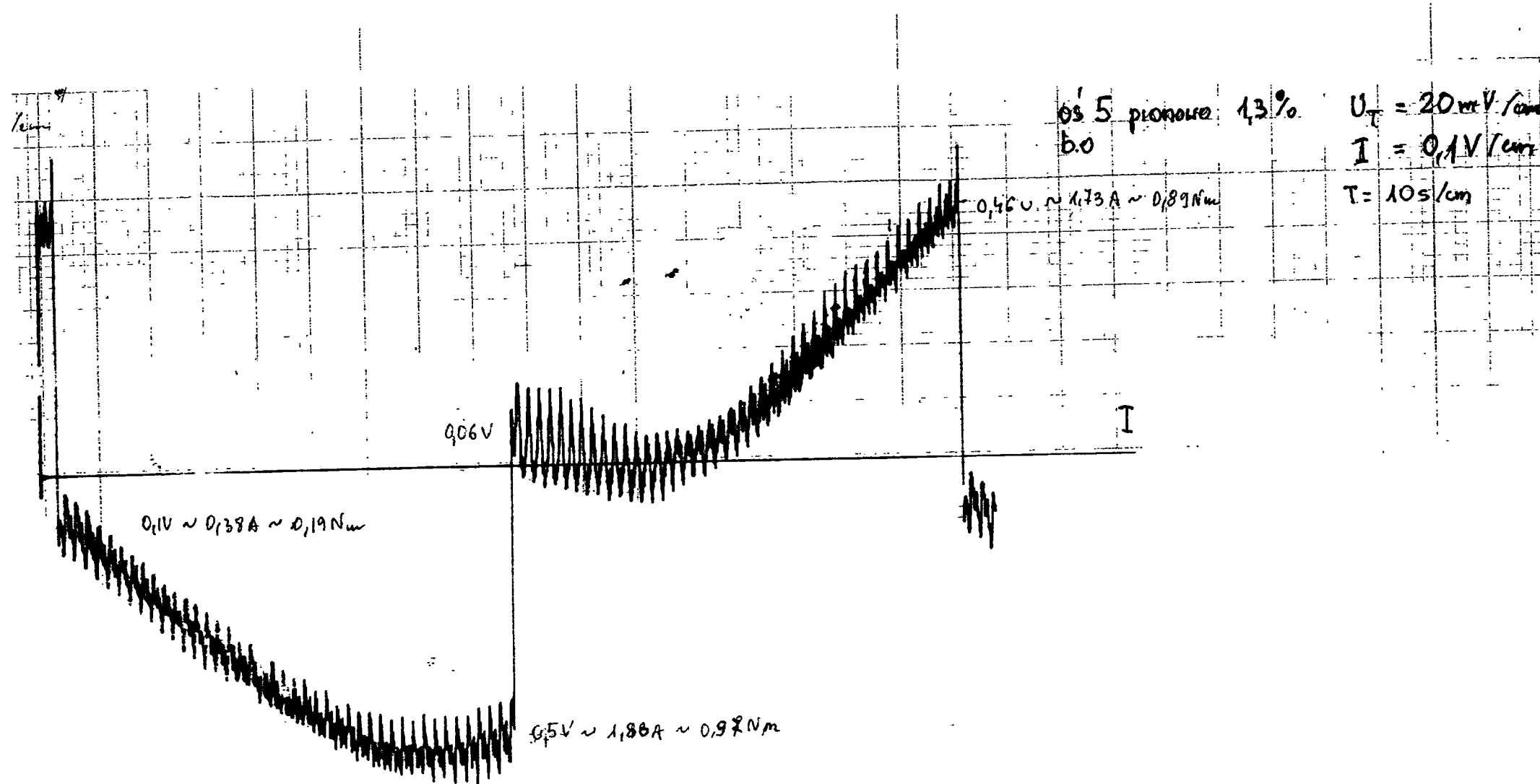
os 4\*

Q = 0 kg

V = 100 %

P = 0,25 MPa

\* os 5 prostopadła do osi 4



Wykres Nr A43

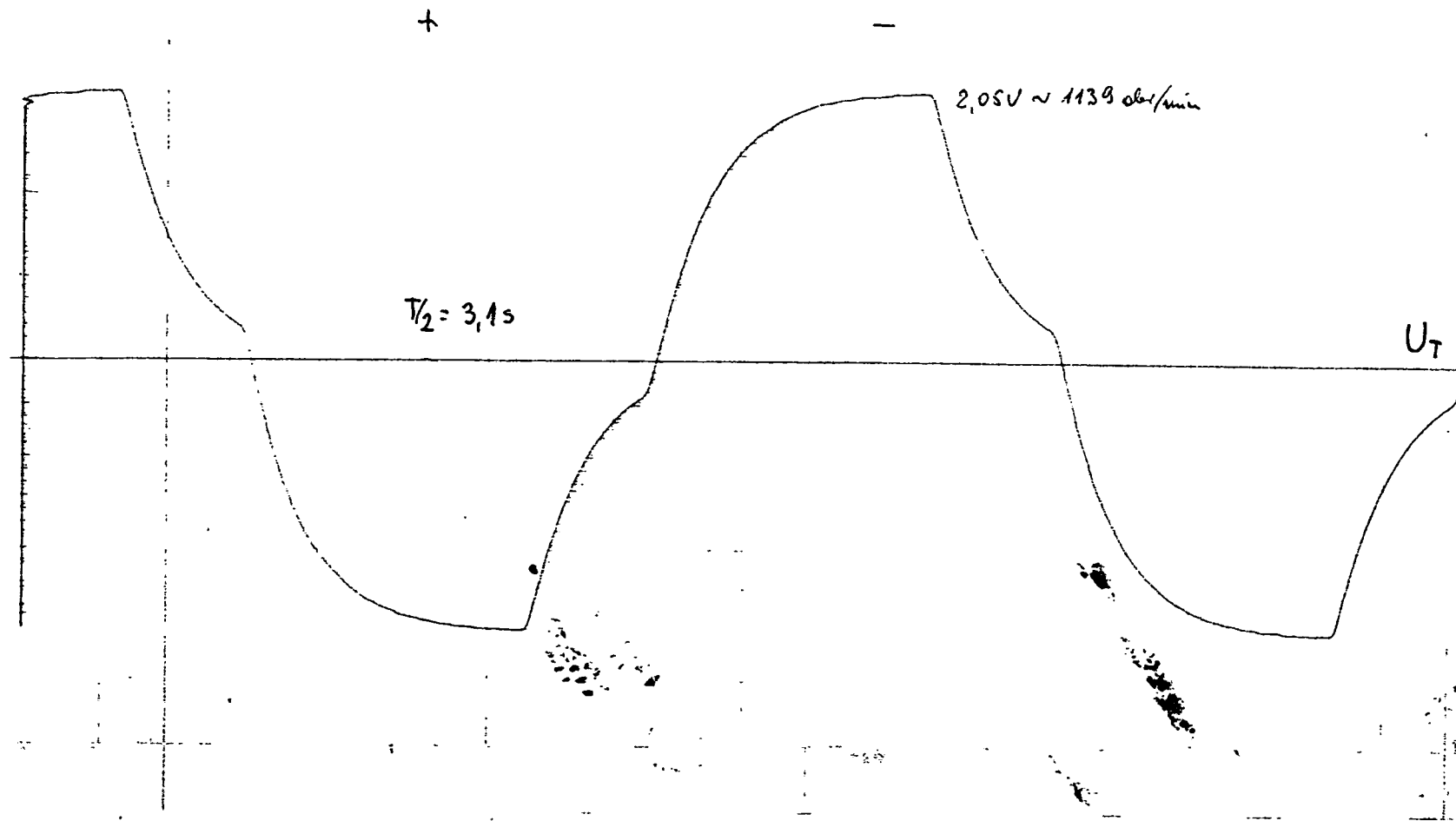
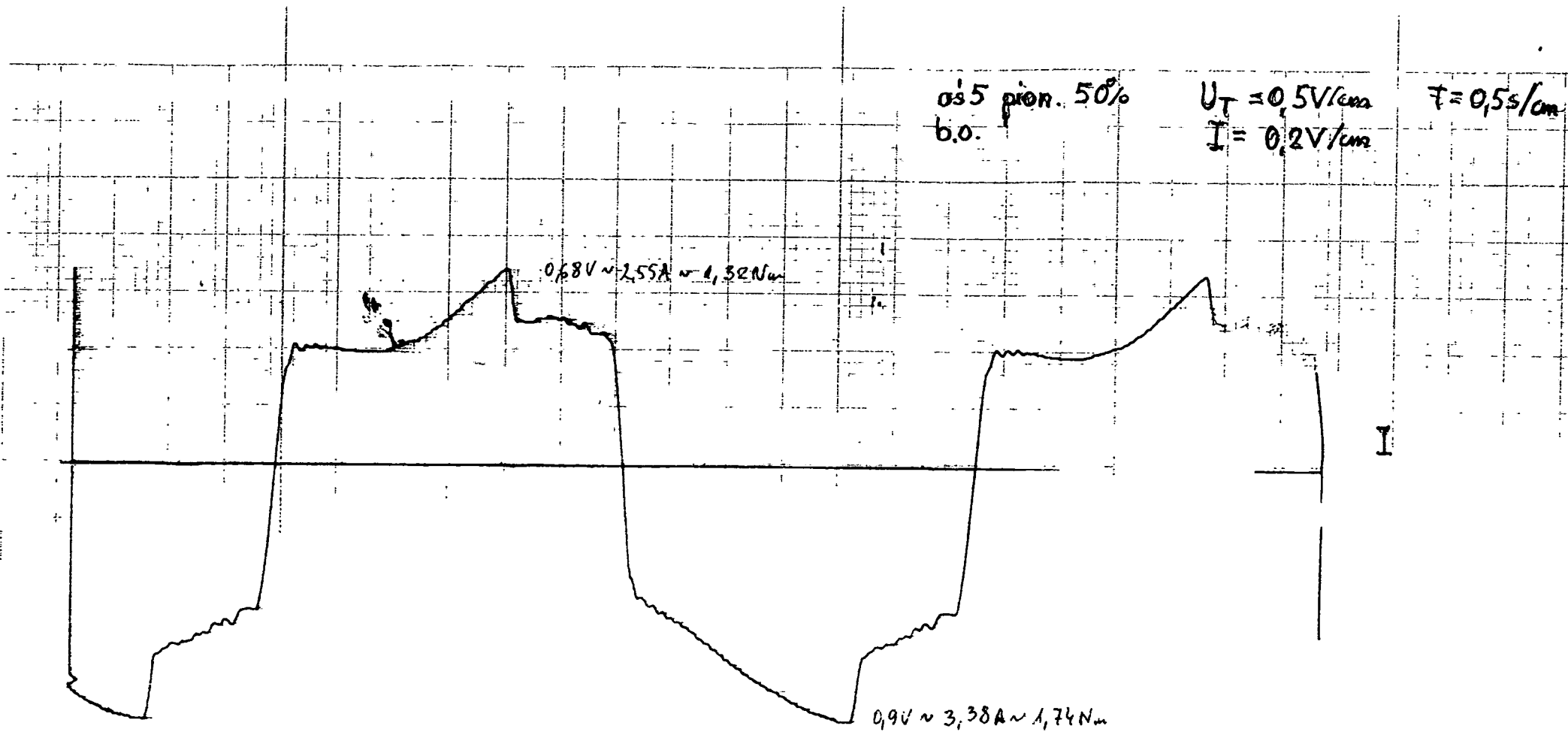
Oś 5\*

Q = 0 kg

V = 1,3 %

P = 0,25 MPa

\* ruch w płaszczyz. prostopadłej do podstawy robota



Wykres Nr A44

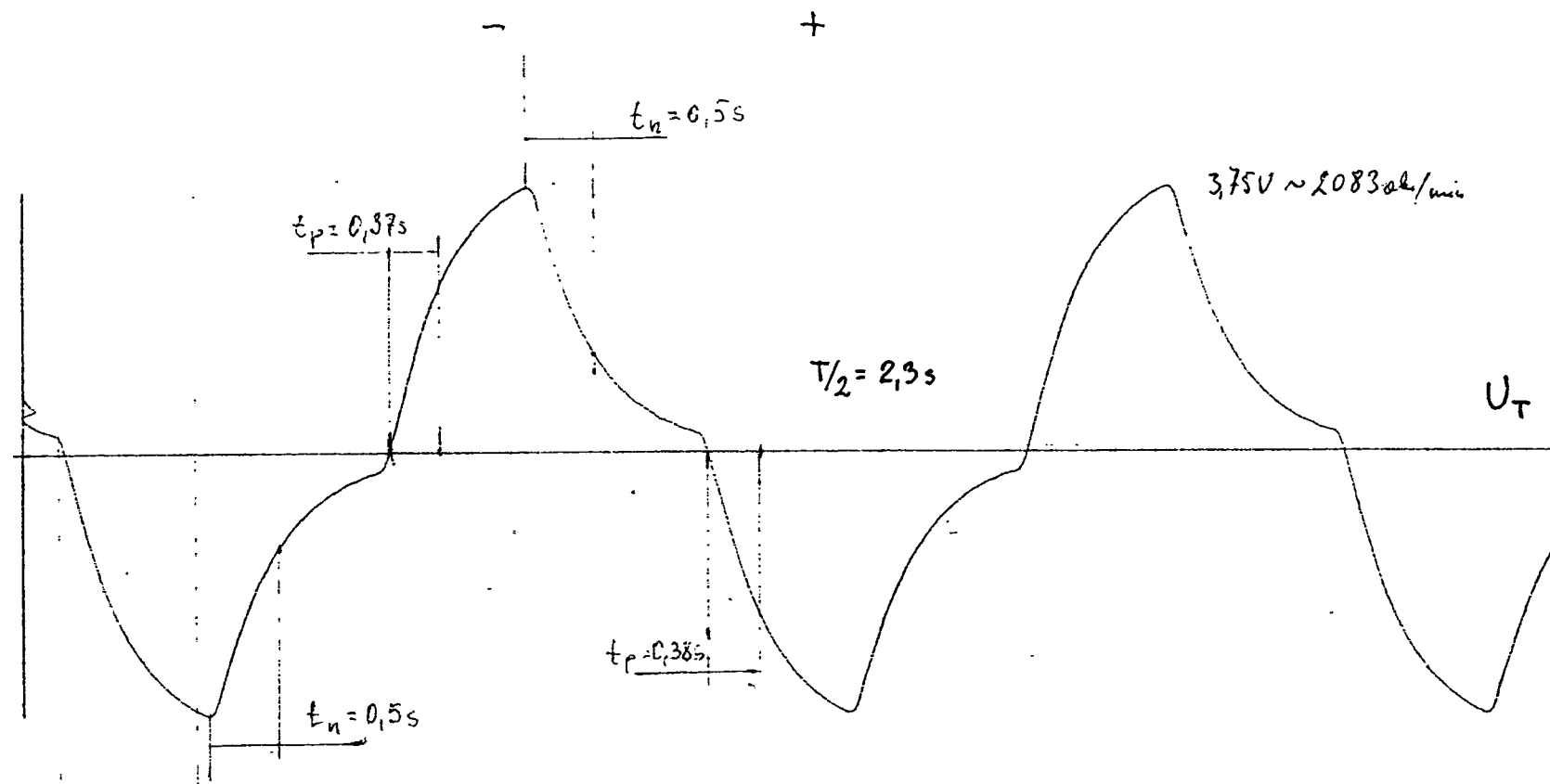
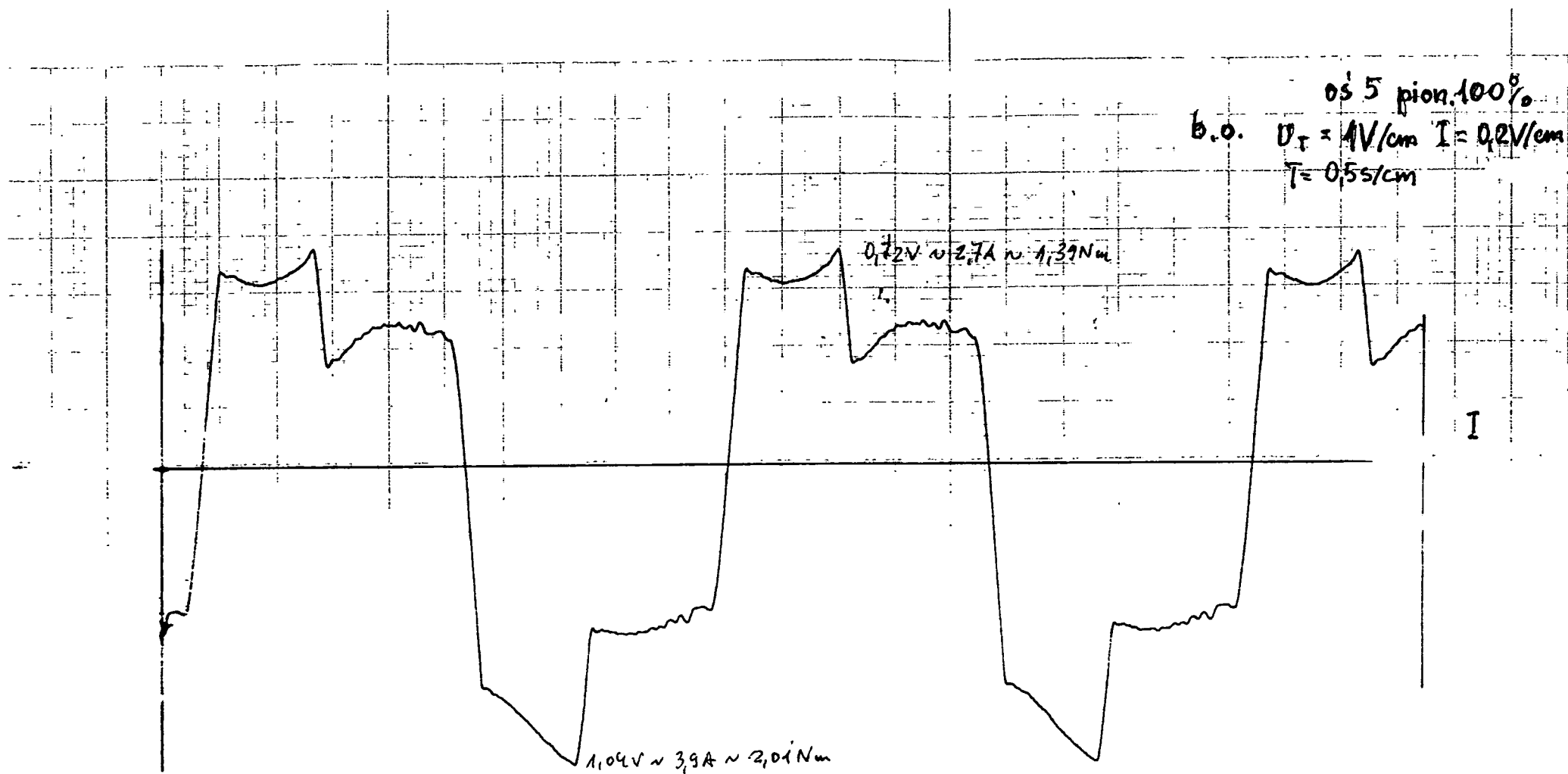
os 5\*

Q = 0 kg

V = 50 %

P = 0,25 MPa

\* ruch w płaszczyz.  
prostopadłej do  
podstawy robota



Wykres Nr A45

Oś 5\*

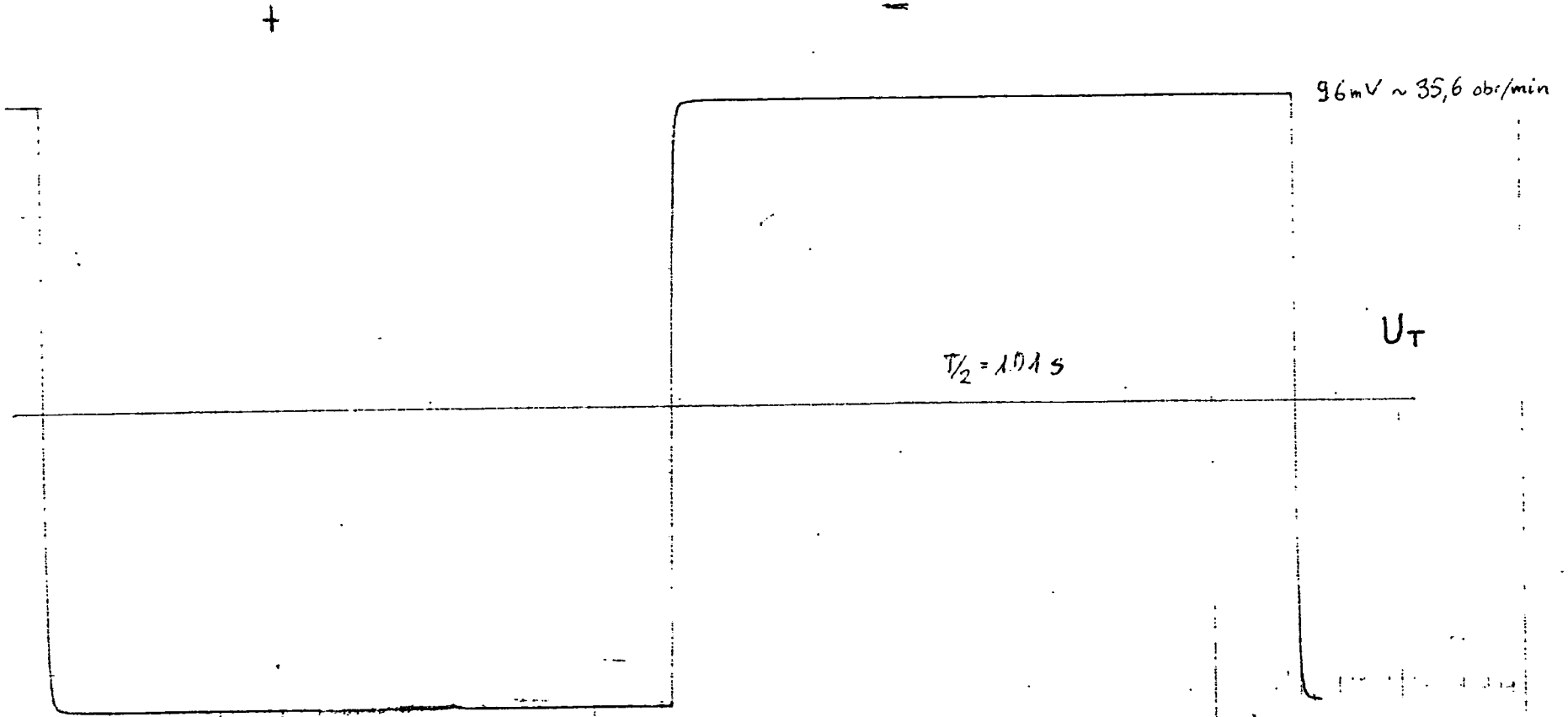
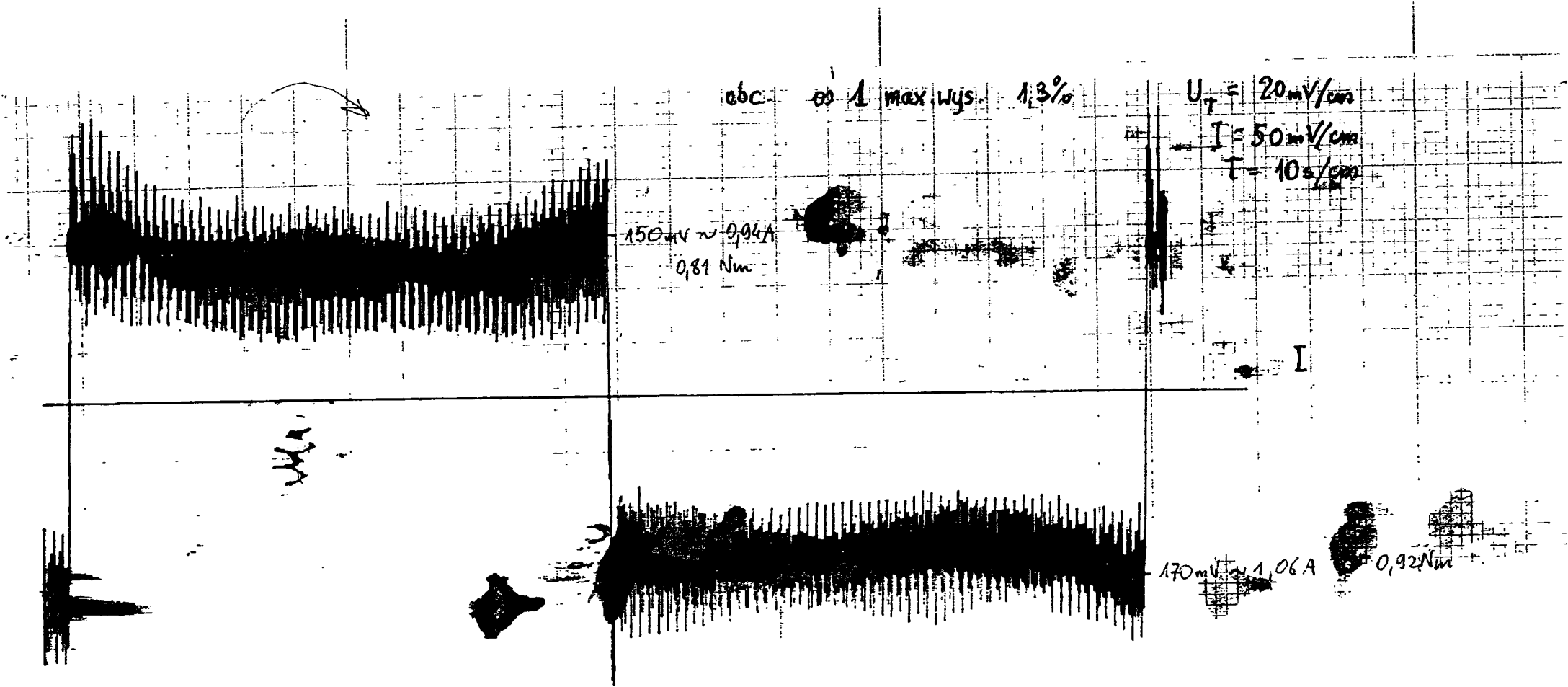
Q = 0 kg

V = 100 %

P = 0,25 MPa

\* ruch w przaszcz.  
 prostopadłej do  
 podstawy robota

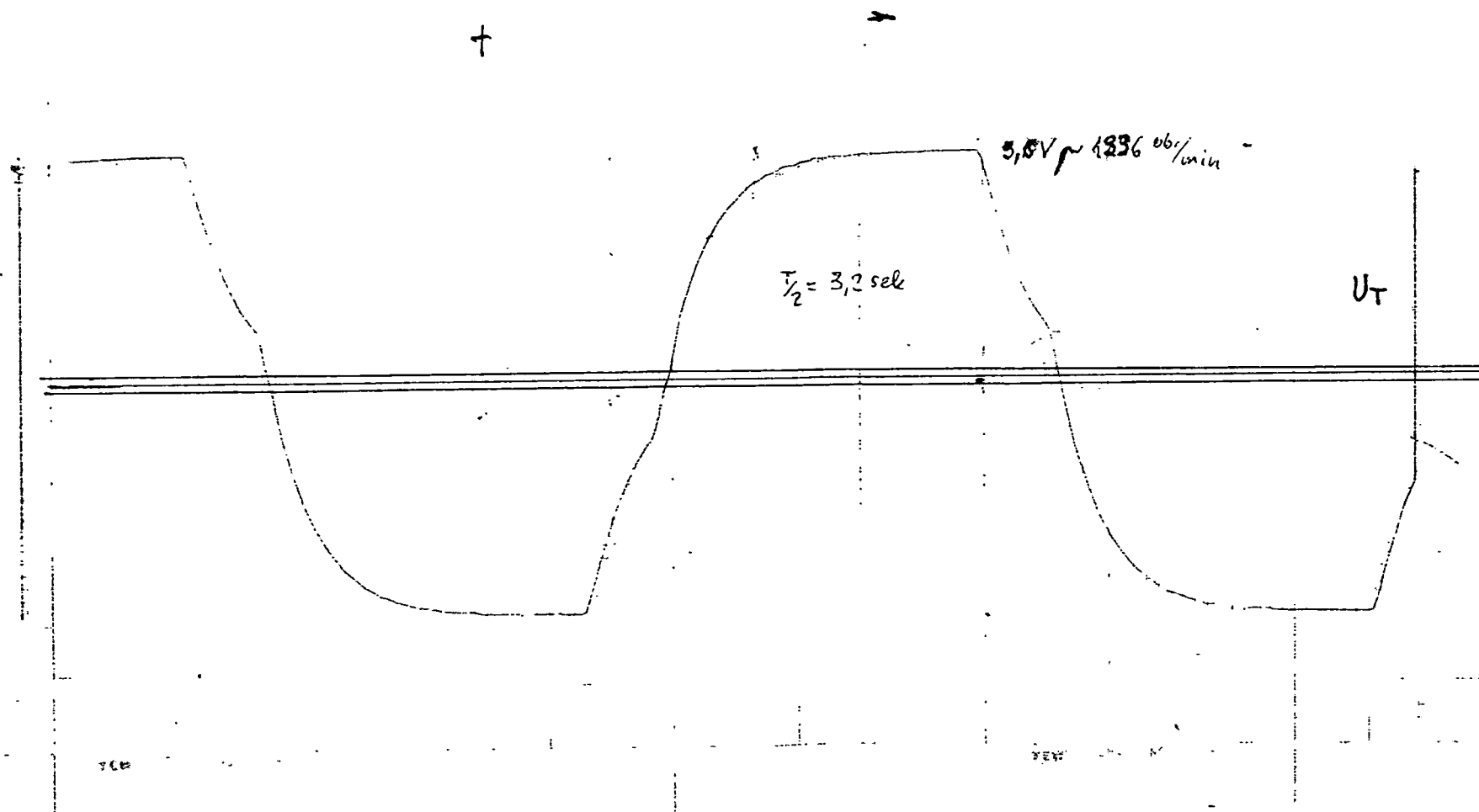
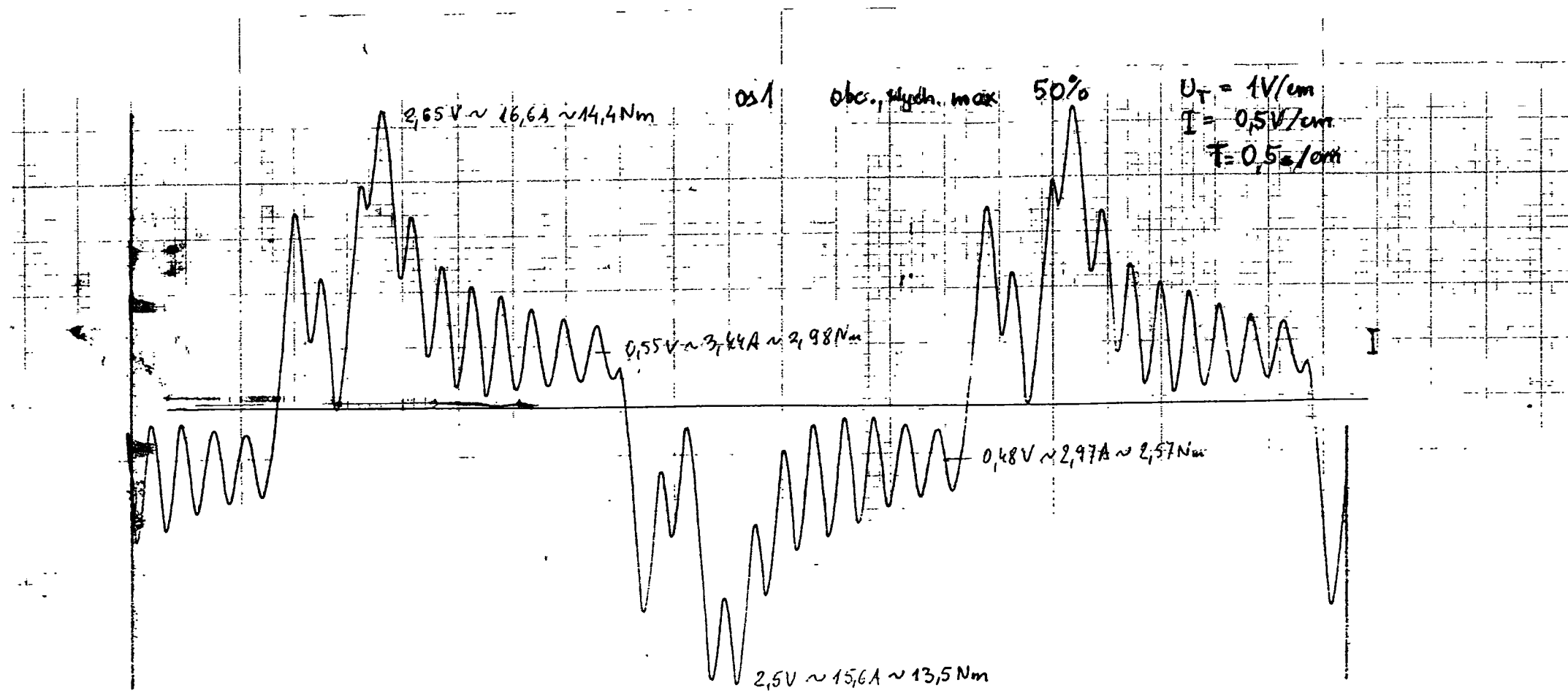




Wykres Nr A46

0\$1\*  
 Q = 70 kg  
 V = 1,3 %  
 P = 0,35 MPa

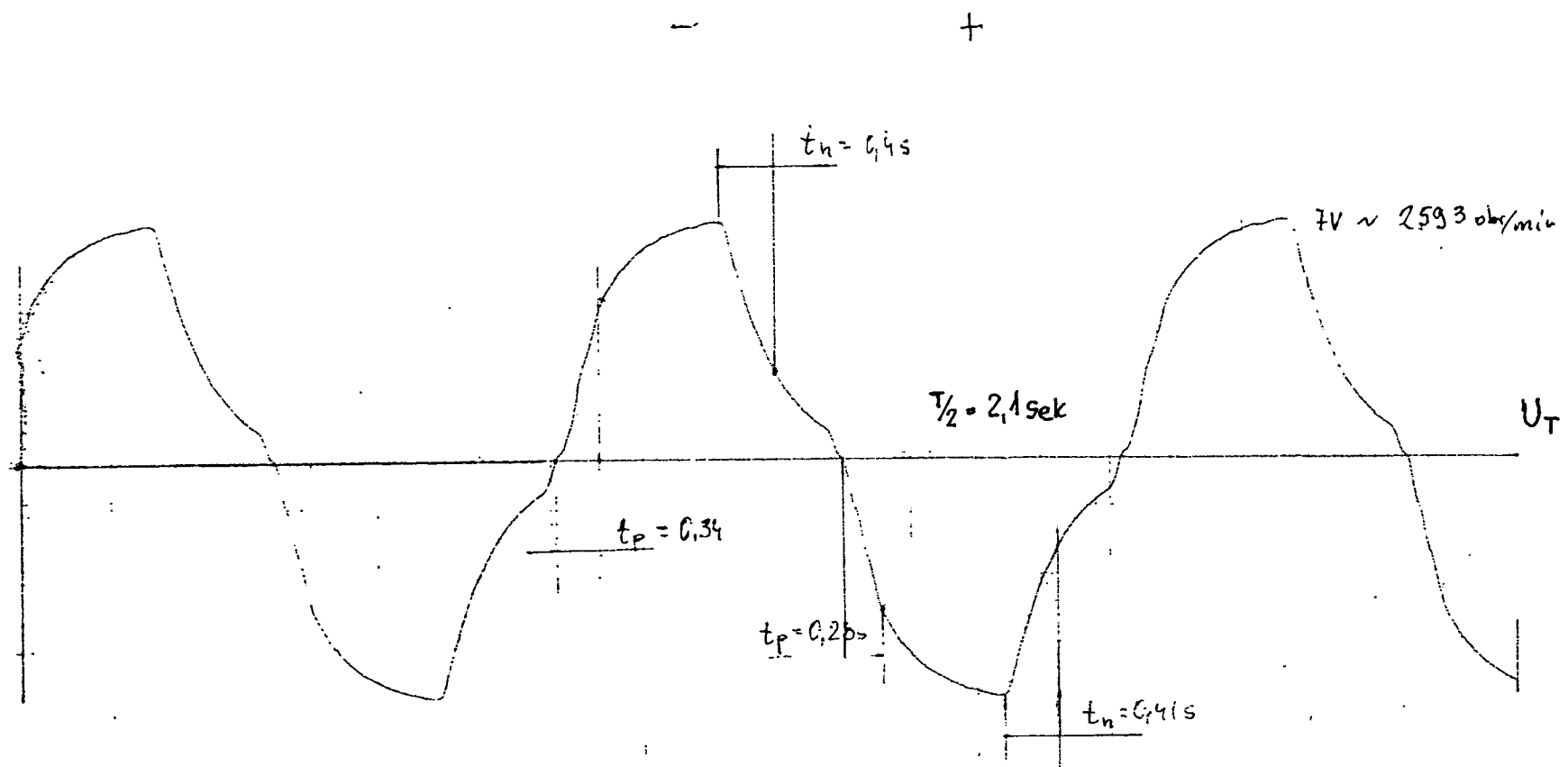
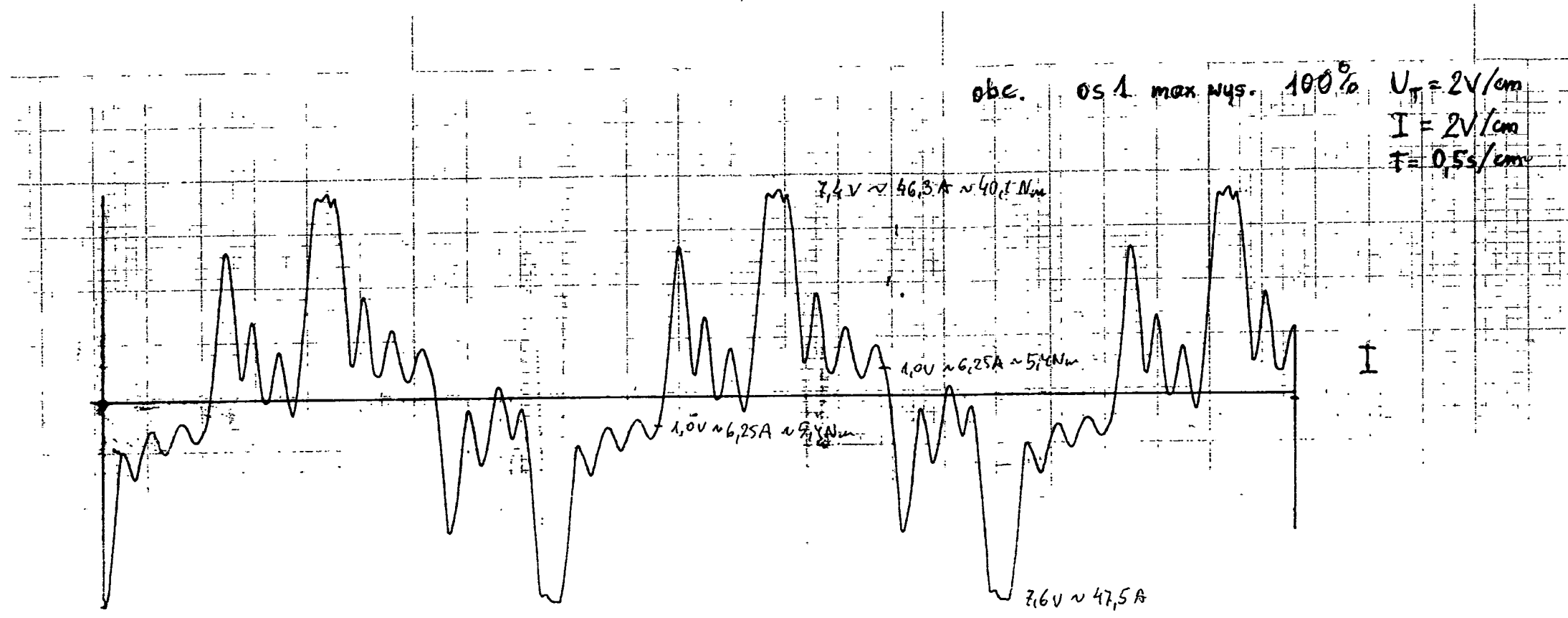
\* maksymalny  
 wysięg robota



Wykres Nr A47

Oś1\*  
 Q = 70 kg  
 V = 50 %  
 P = 0,35 MPa

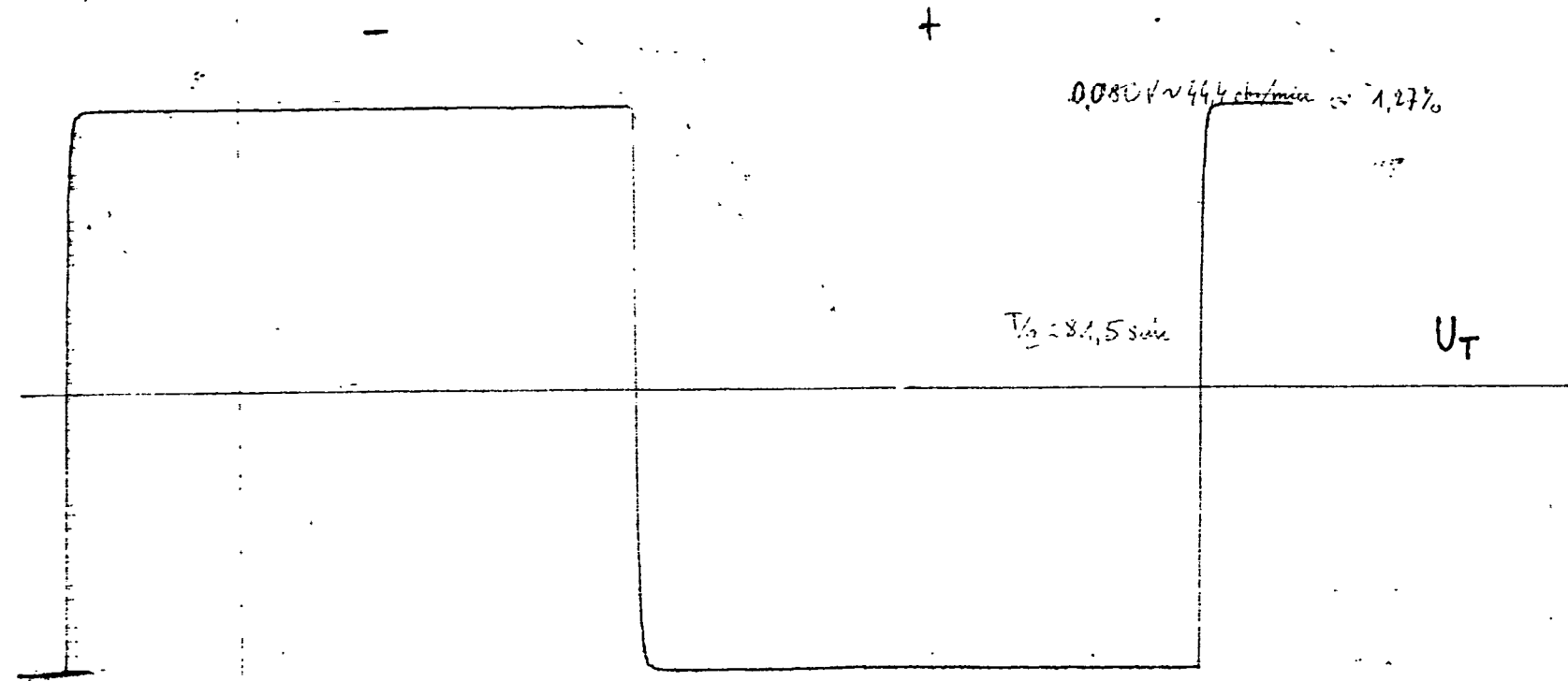
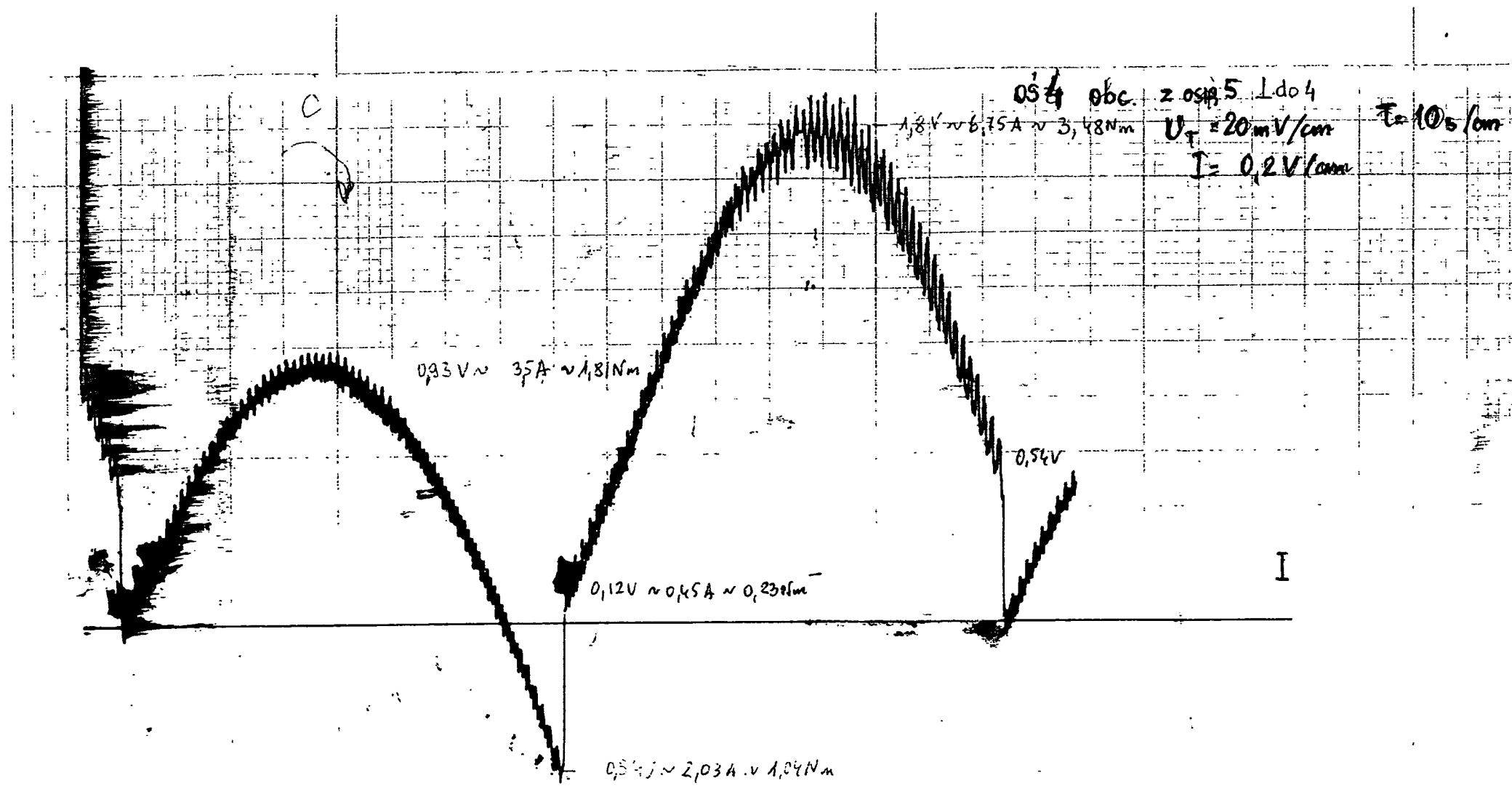
\* maksymalny  
wysięg robota



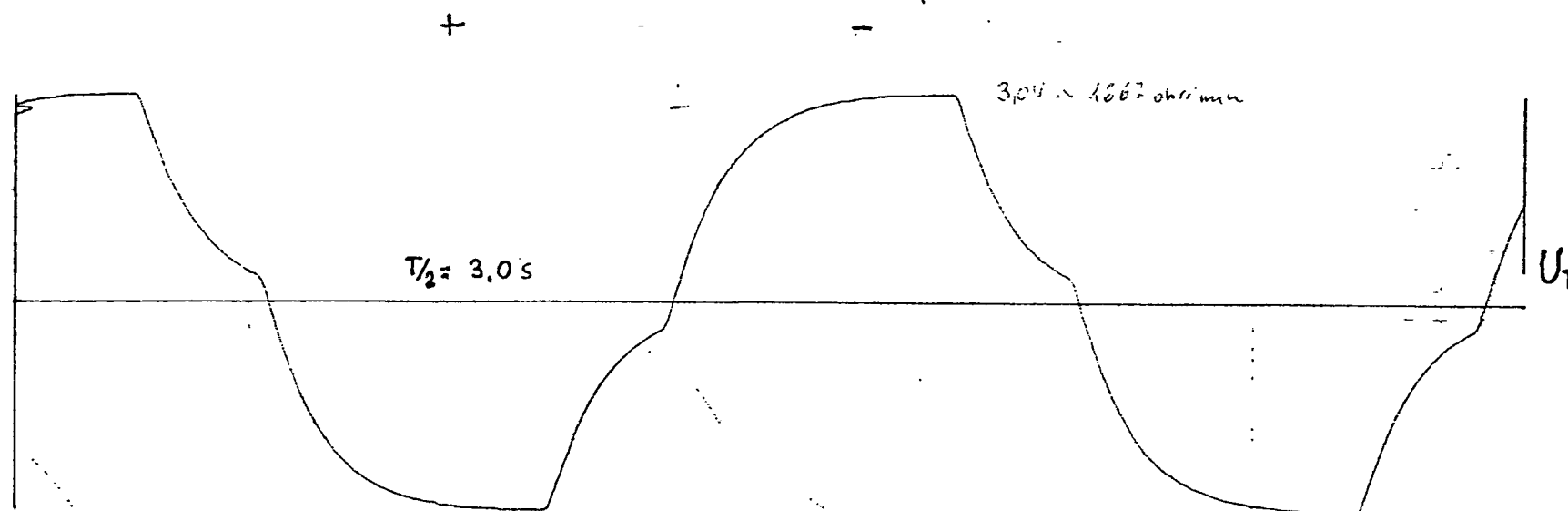
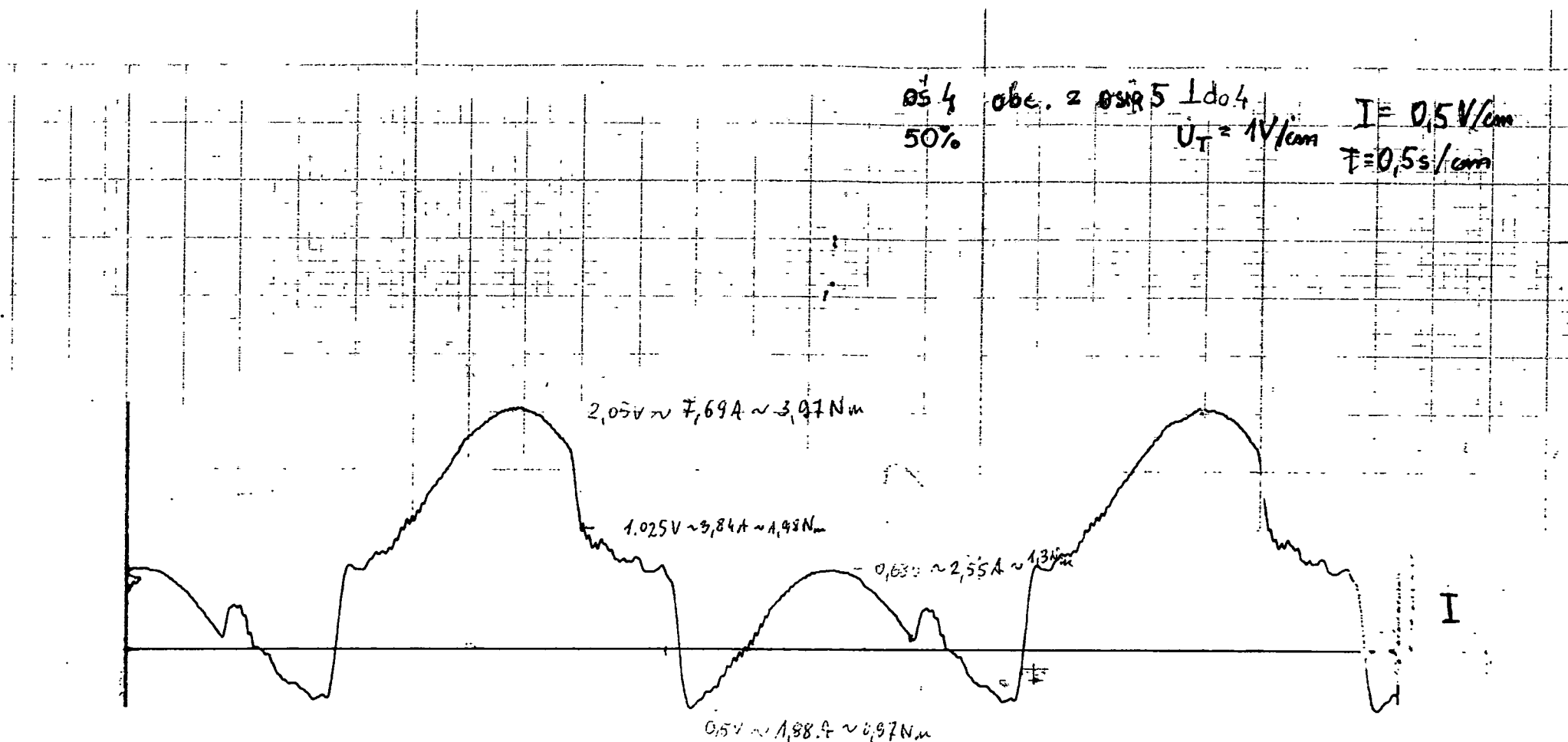
Wykres Nr A48

Os 1\*  
 Q = 70 kg  
 V = 100 %  
 P = 0,35 MPa

\* maksymalny  
 wysięg robota



Wykres Nr A49  
 Oś 4\*  
 Q = 70 kg  
 V = 1,3 %  
 P = 0,35 MPa  
 \* oś 5 przestępada do osi 4



Wykres Nr A50

05 4\*

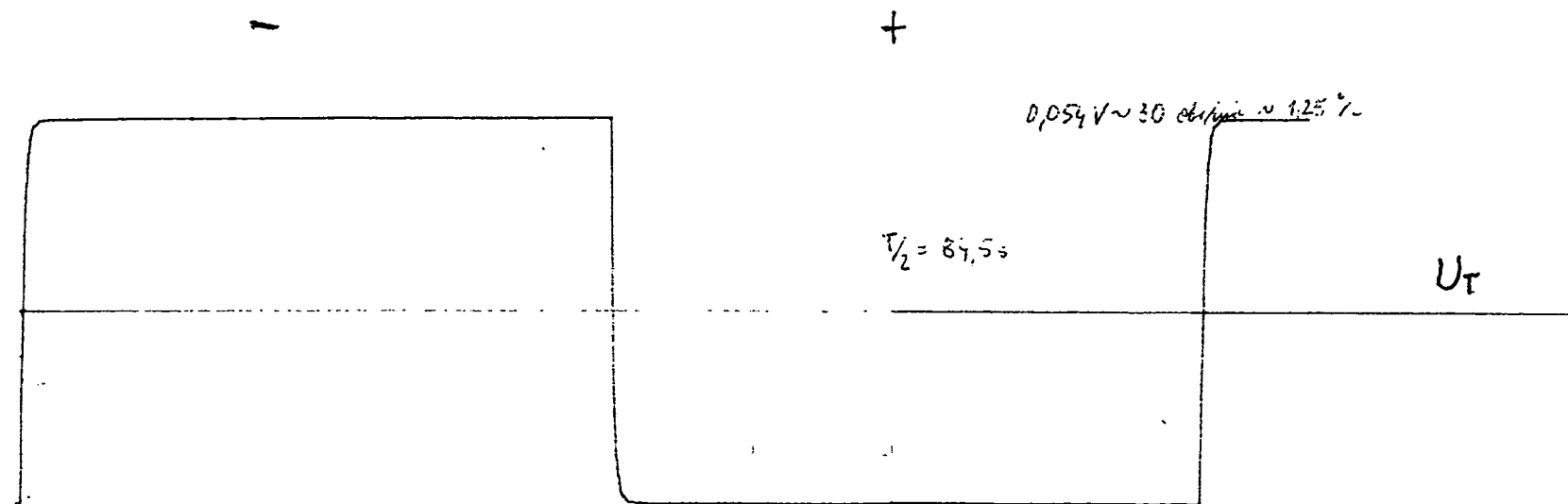
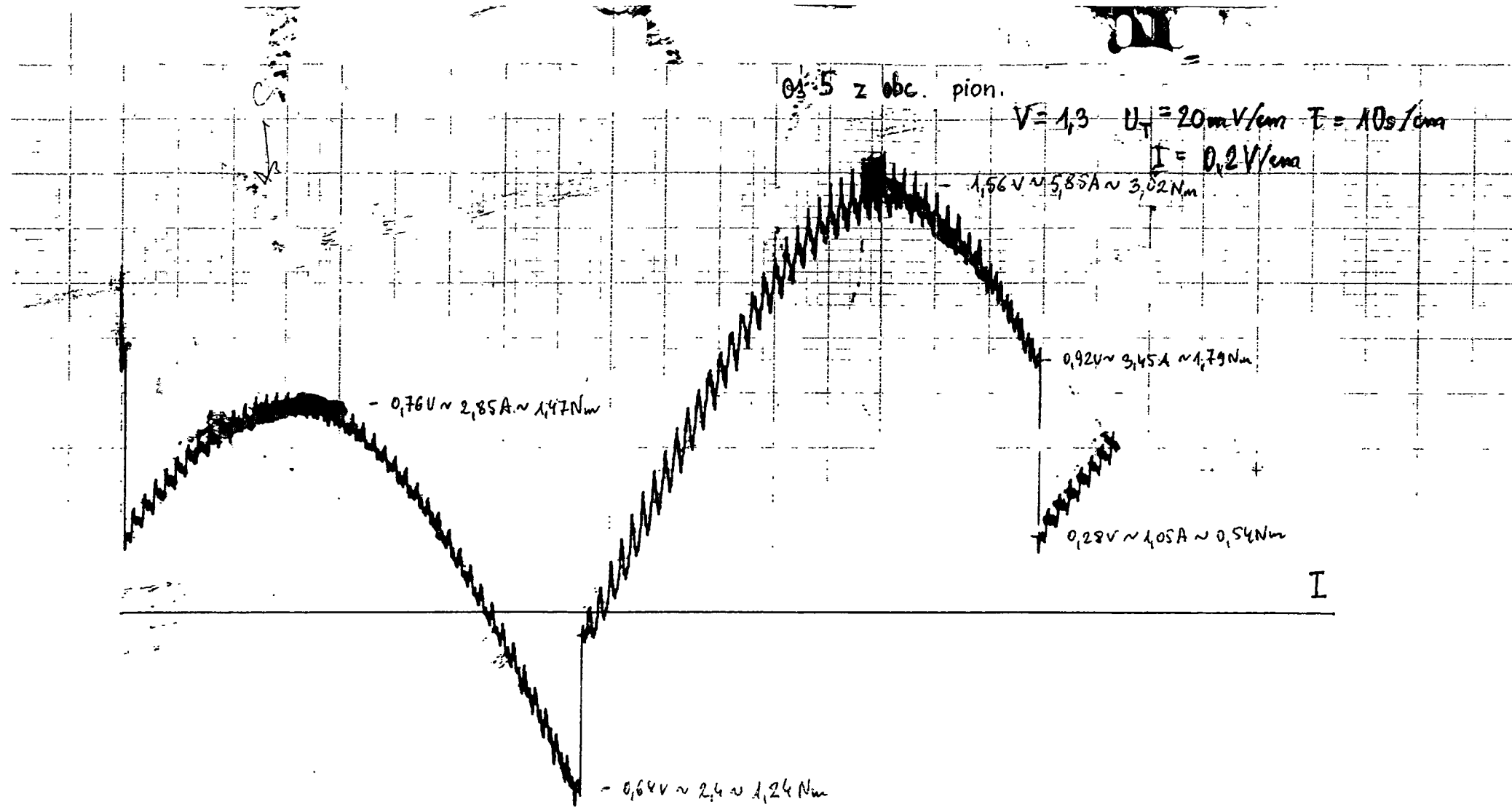
Q = 70 kg

V = 50 %

P = 0,35 MPa

\* 05 5 prostopadka  
do osi 4





Wykres Nr A52

0,5 \*

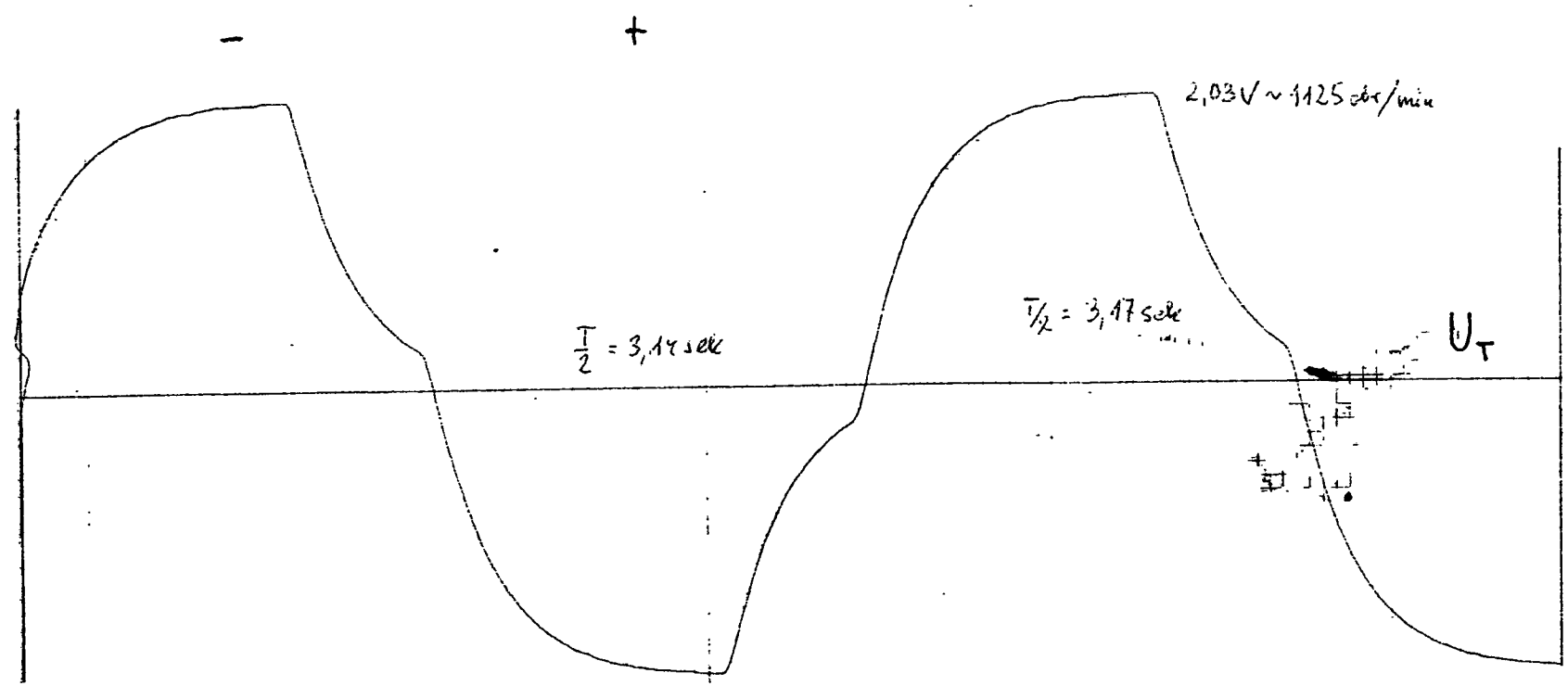
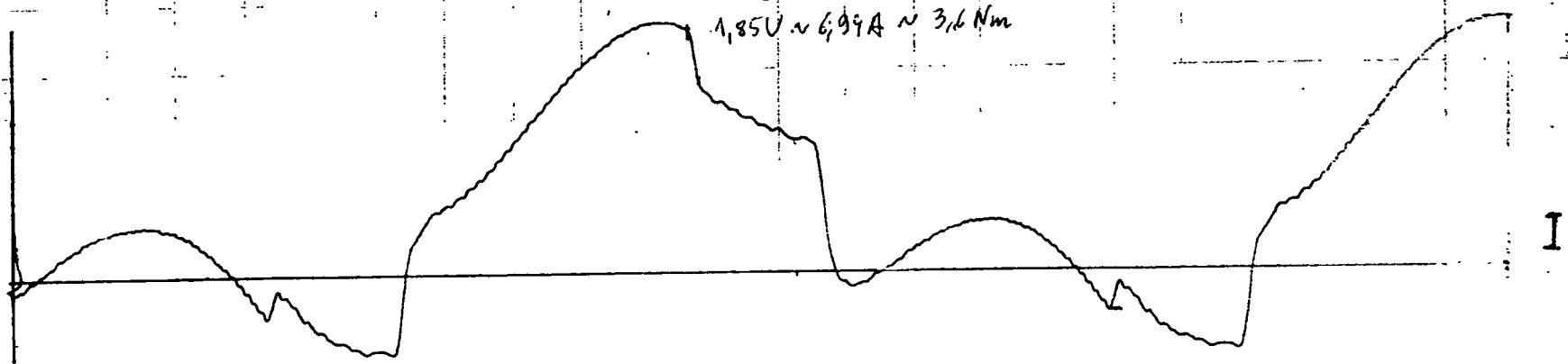
$Q = 70 \text{ kg}$

$V = 1,3 \%$

$P = 0,35 \text{ MPa}$

\* ruch w przecz.  
 prostopadłej do  
 podstawy robota

0,5 z abc. pion. \*  $V = 50\%$   
 $U_T = 0,5V/cm$   $I = 0,5V/cm$   
 $T = 0,5s/cm$

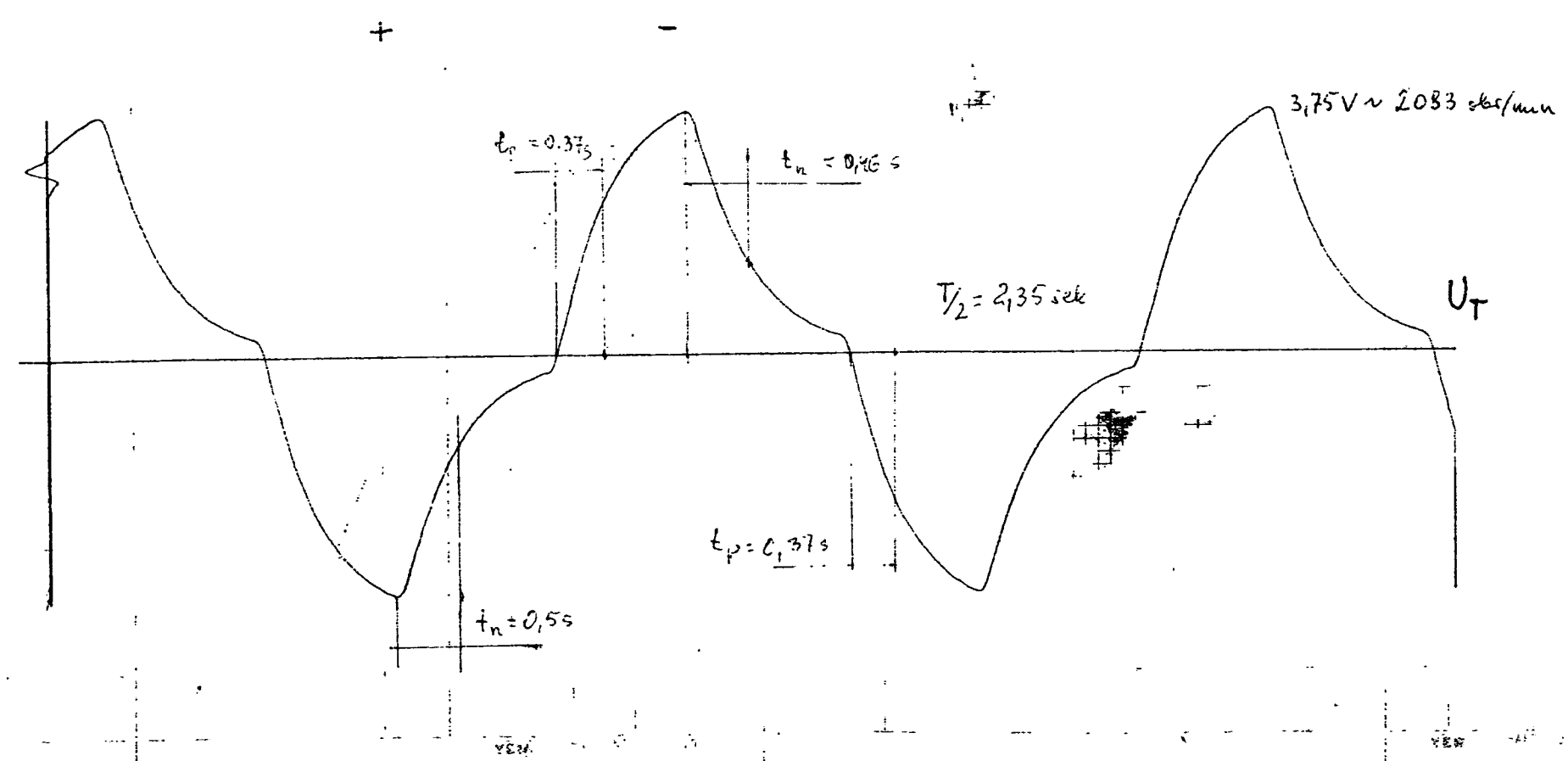
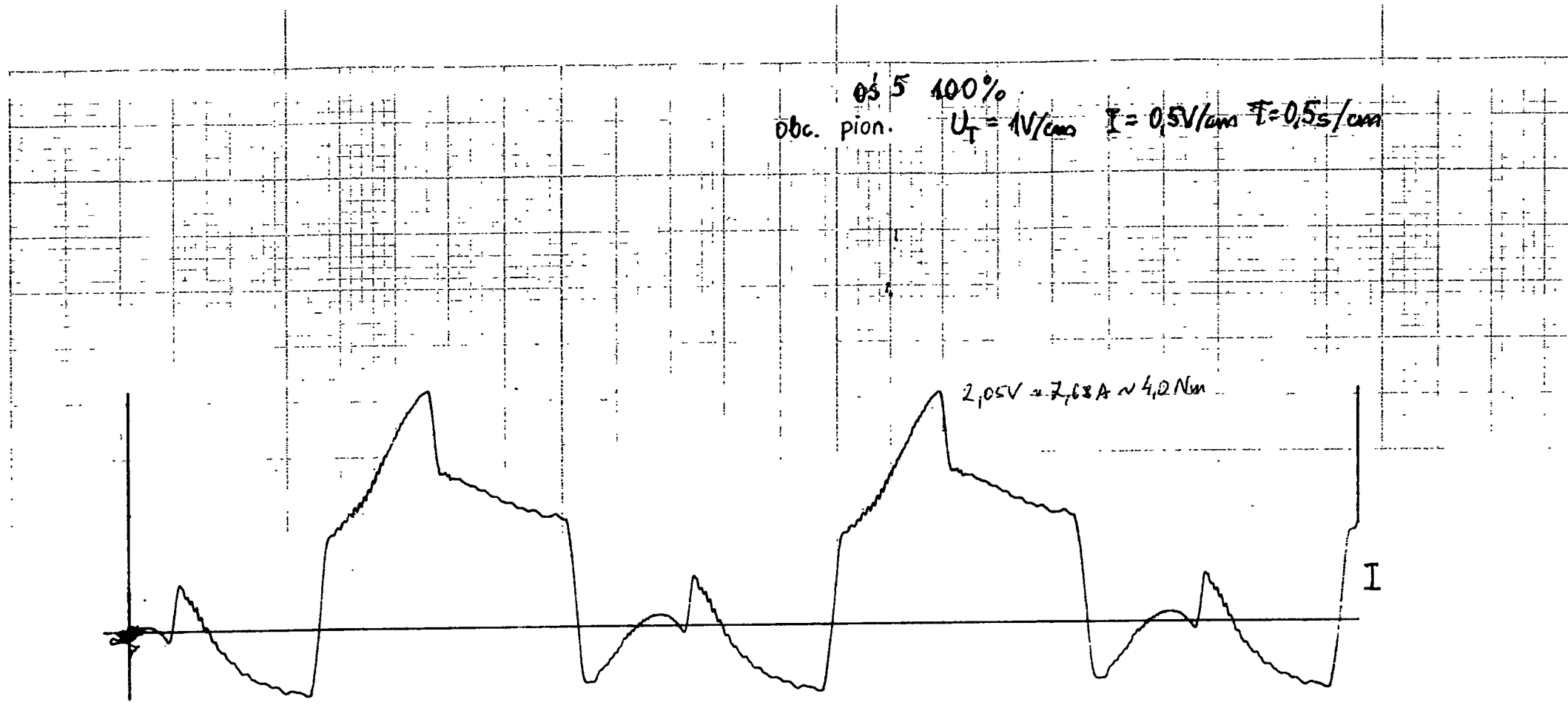


Wykres Nr A53

0,5 \*  
 $Q = 70 \text{ kg}$   
 $V = 50 \%$   
 $P = 0,35 \text{ MPa}$

\* ruch w przaszcz.  
 prostopadkiej do  
 podstawy robota





Wykres Nr A54  
 0ś 5\*  
 Q = 70 kg  
 V = 100 %  
 P = 0,35 MPa  
 \* ruch w przaszcz.  
 prostopadłej do  
 podstawy robota

Kalibracja pomiaru przesunięcia  
dla badania powtarzalności pozycjonowania  
roboty z napędami BOSCH

0 mm

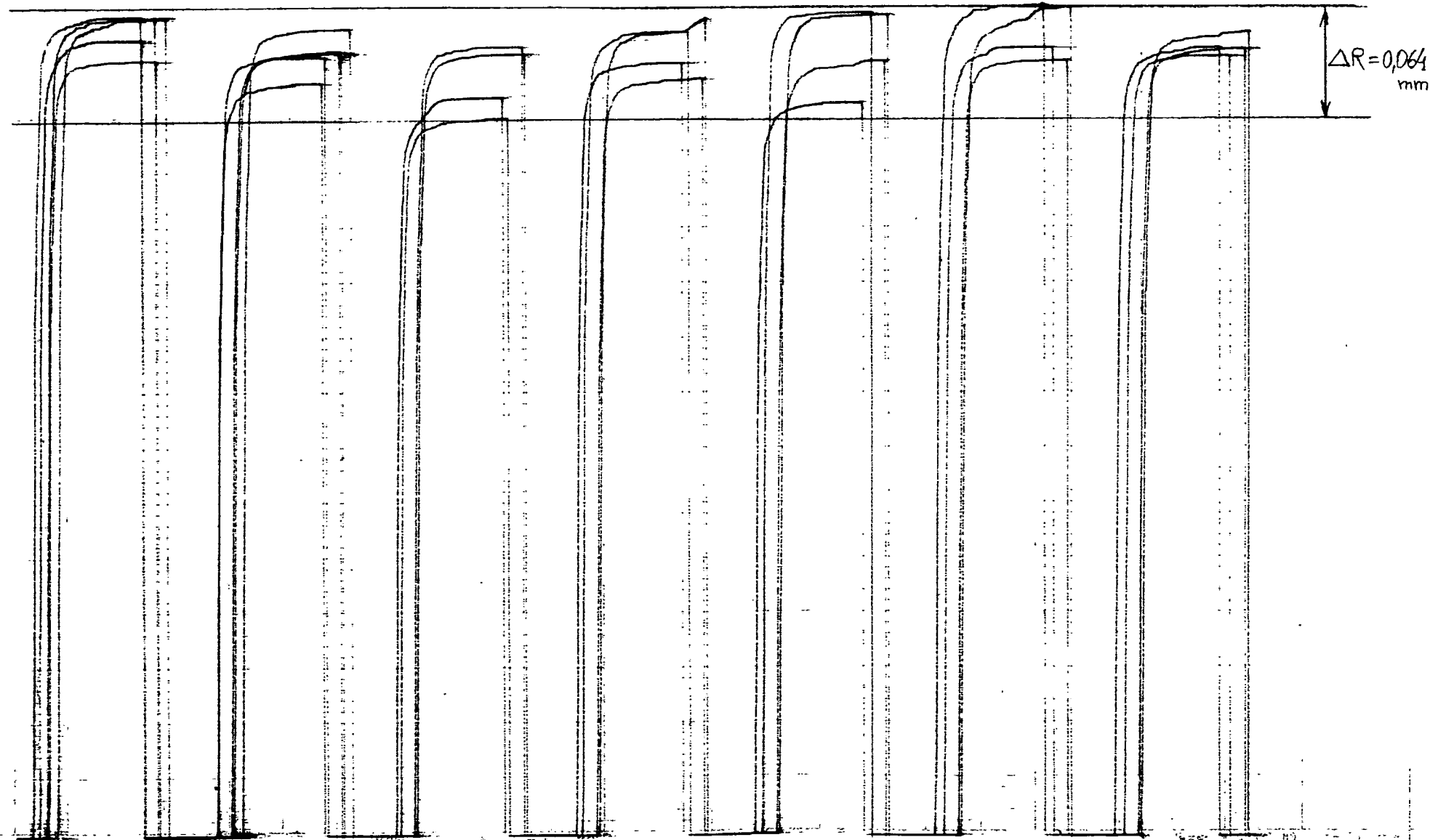
plutka wzorcująca 0,1 mm

plutka wzorcująca 0,25 mm

Wykres Nr B0  
Powtarzalność  
pozycjonowania.  
Kalibracja.

05 1 (4)

$$K_R = 0,0313 \text{ mm/cm} = 31,3 \mu\text{m/cm}$$



Wykres Nr B1

05 1

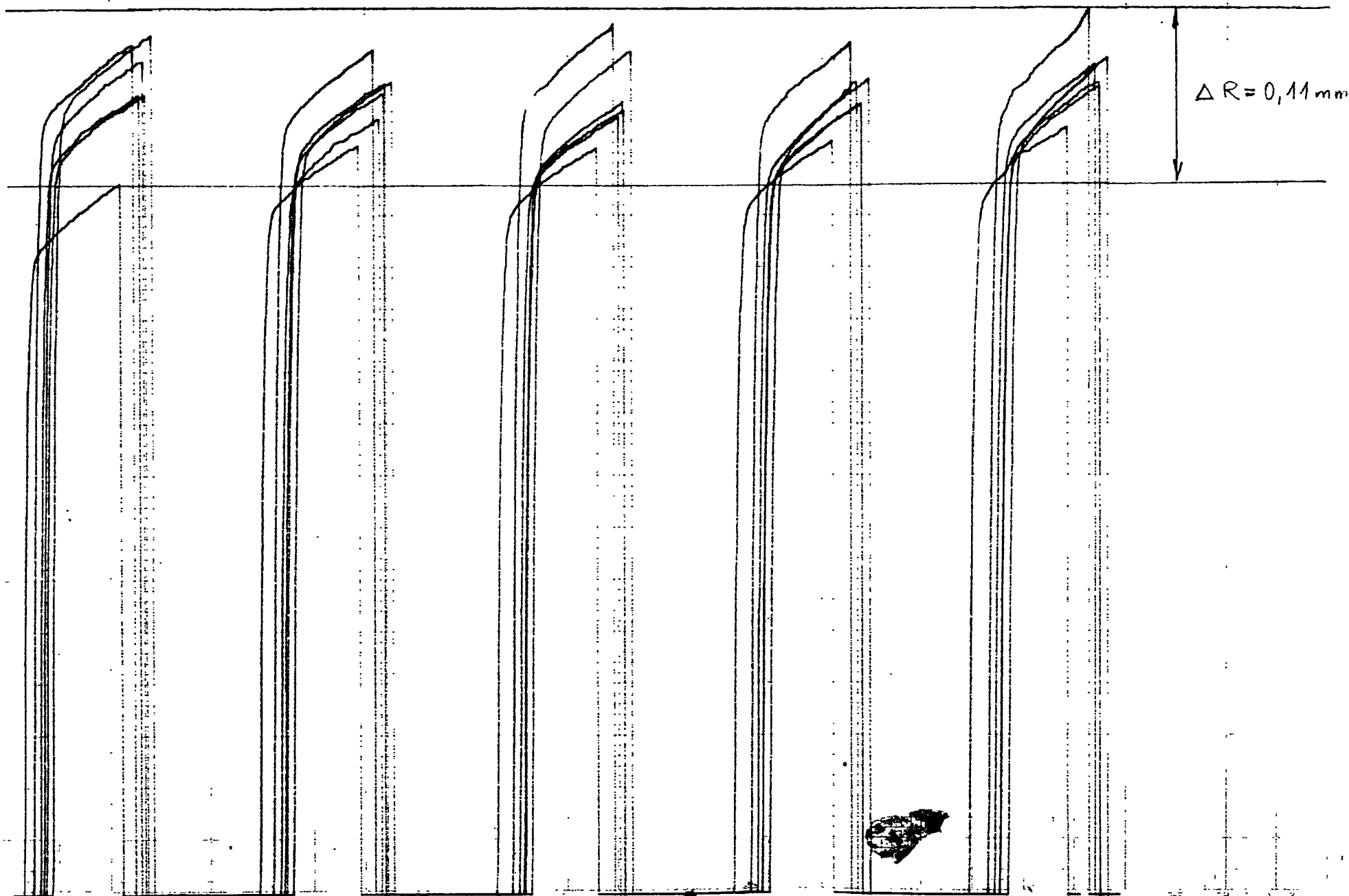
Q = 70 kg

V = 1,3 %

P = 0,35 MPa

05 2. (⊖)

$$K_R = 0,0313 \text{ mm/cm} = 31,3 \mu\text{m/cm}$$



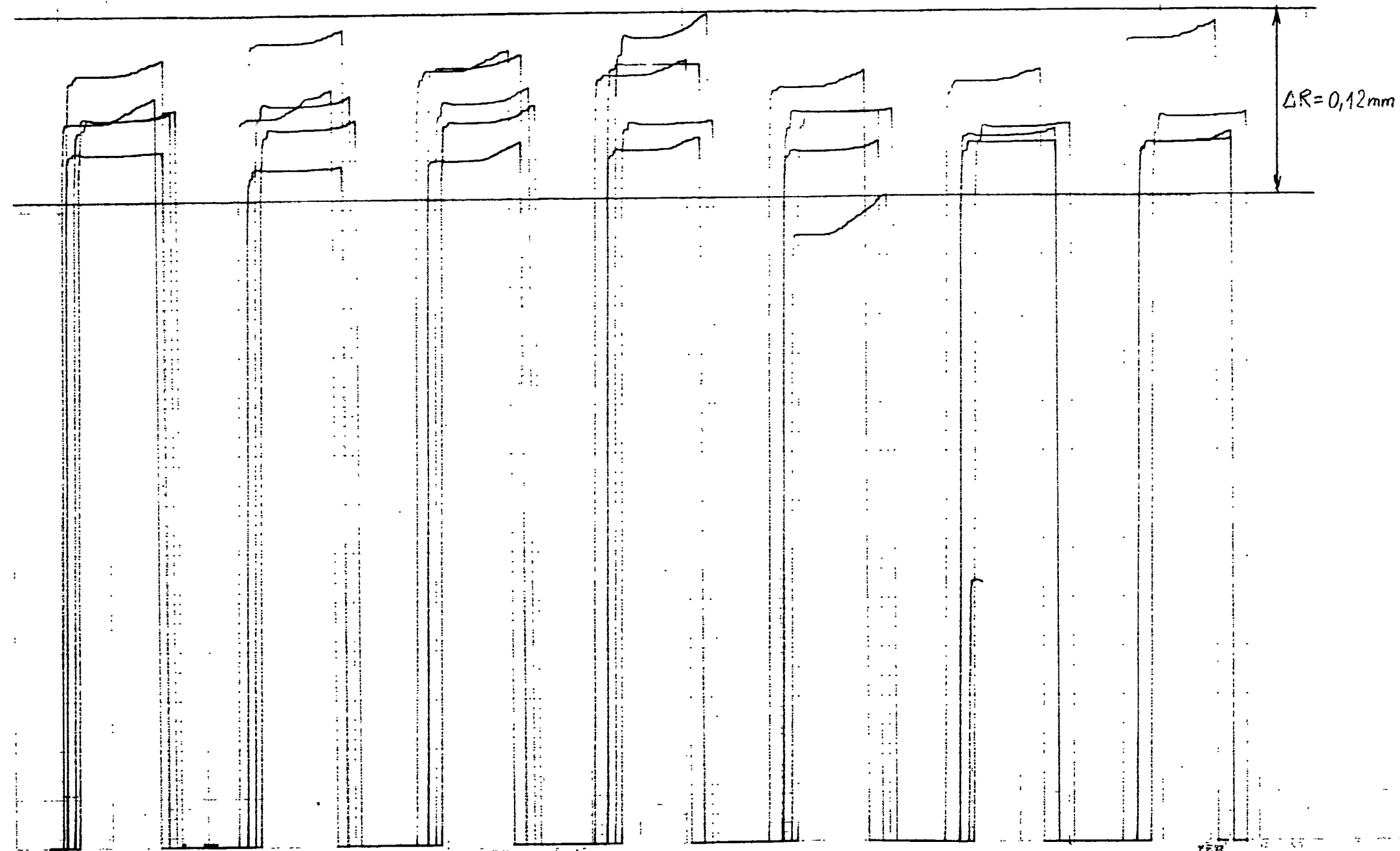
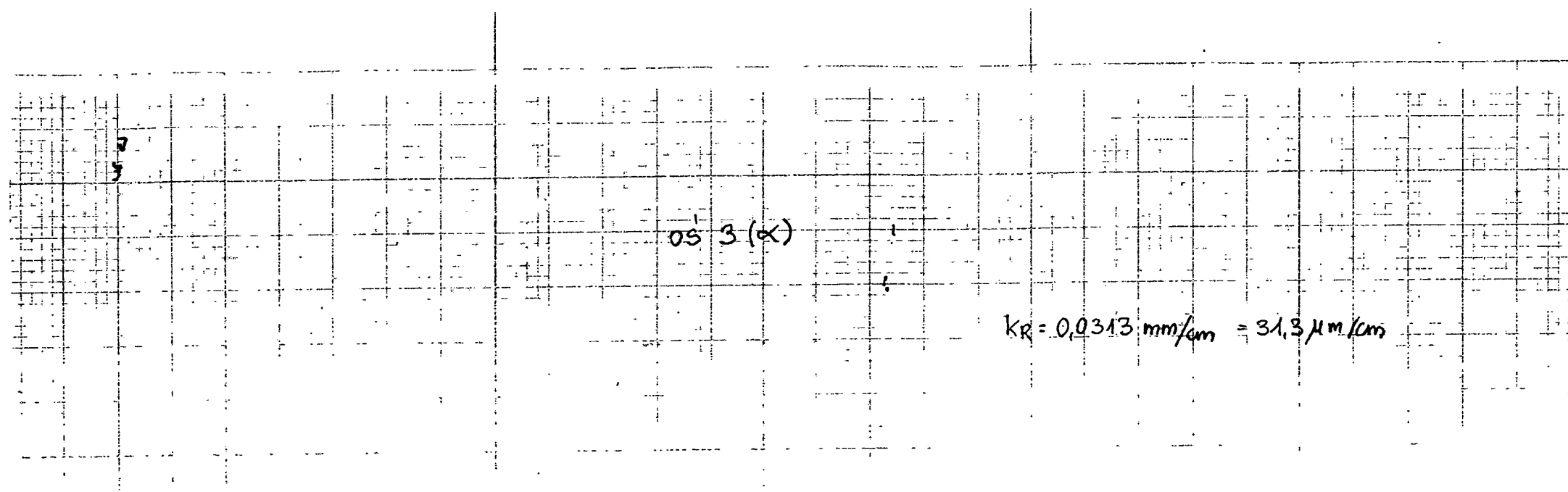
Wykres Nr B2

05 2

Q = 70 kg

V = 1,3 %

P = 0,35 MPa



$\Delta R = 0,12 \text{ mm}$

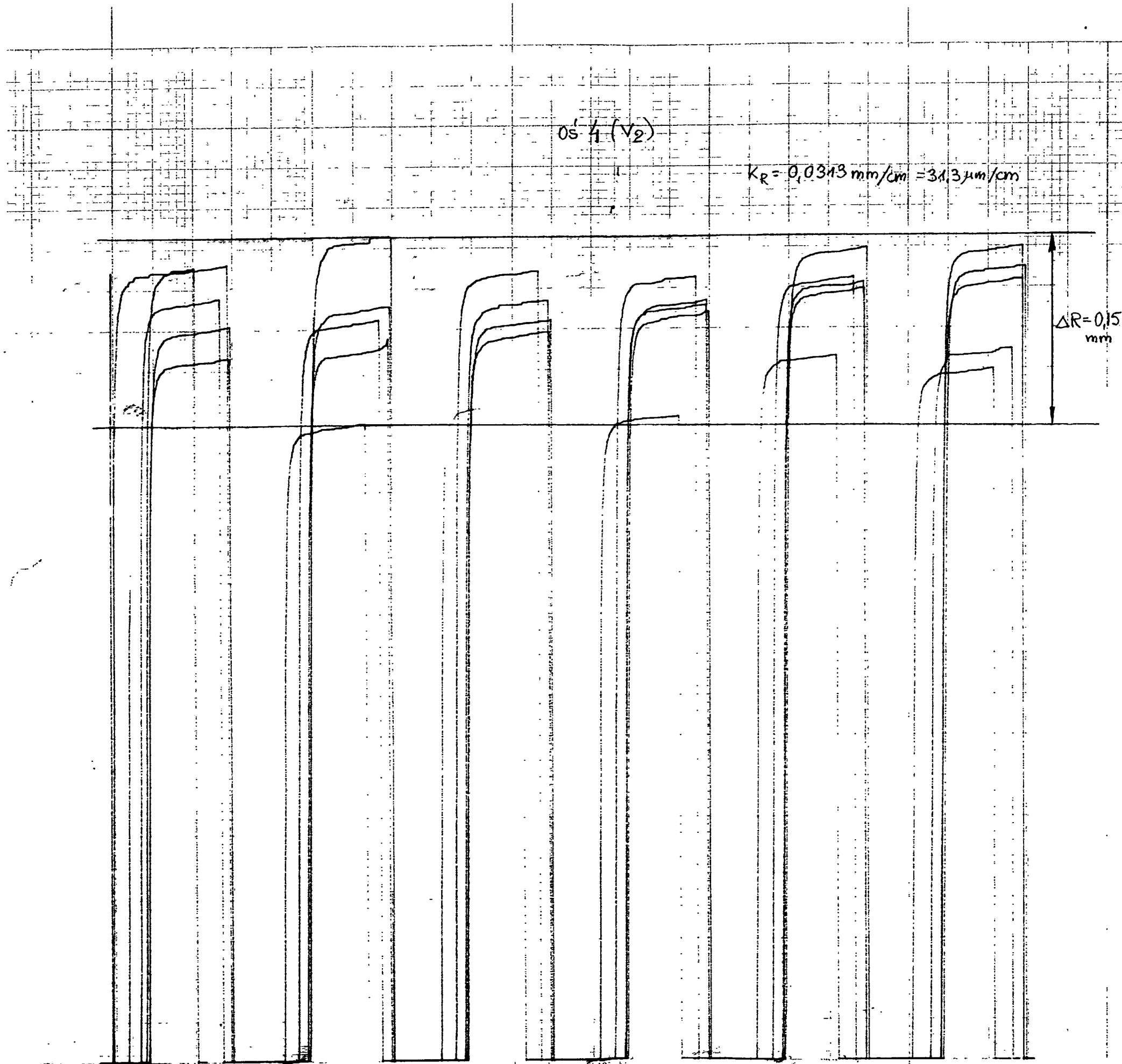
Wykres Nr B3

OS 3

Q = 70 kg

V = 1,3 %

P = 0,35 MPa



0S 4 (V2)

$K_R = 0,0313 \text{ mm/cm} = 31,3 \mu\text{m/cm}$

$\Delta R = 0,15 \text{ mm}$

Wykres Nr B4

0S 4

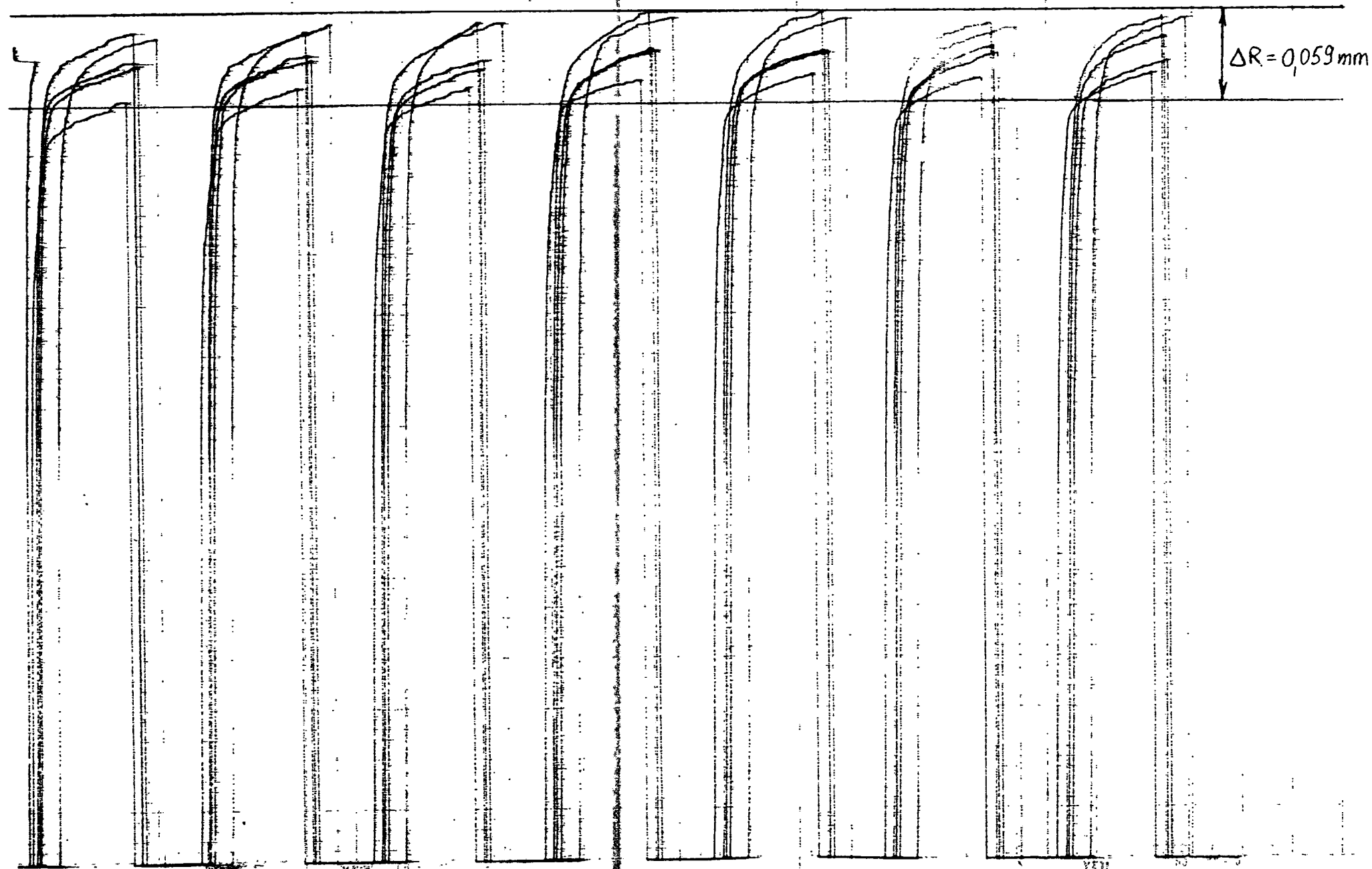
Q = 70 kg

V = 1,3 %

P = 0,35 MPa

OS 5 (t)

$$k_R = 0,0313 \text{ mm/cm} = 31,3 \mu\text{m/cm}$$



$$\Delta R = 0,059 \text{ mm}$$

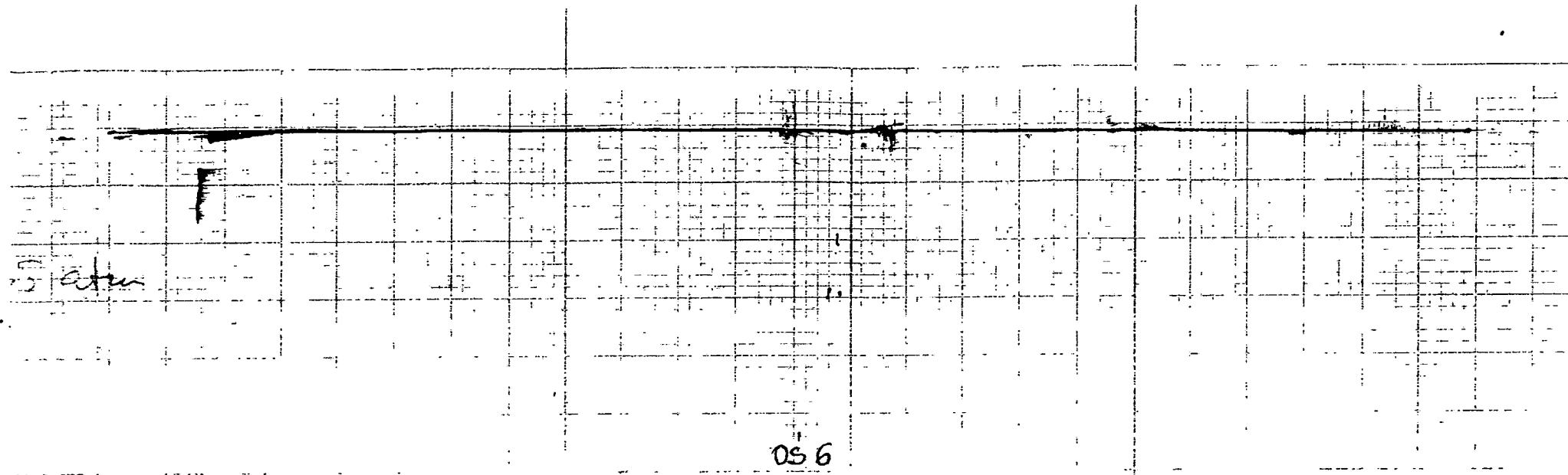
Wykres Nr B5

OS 5

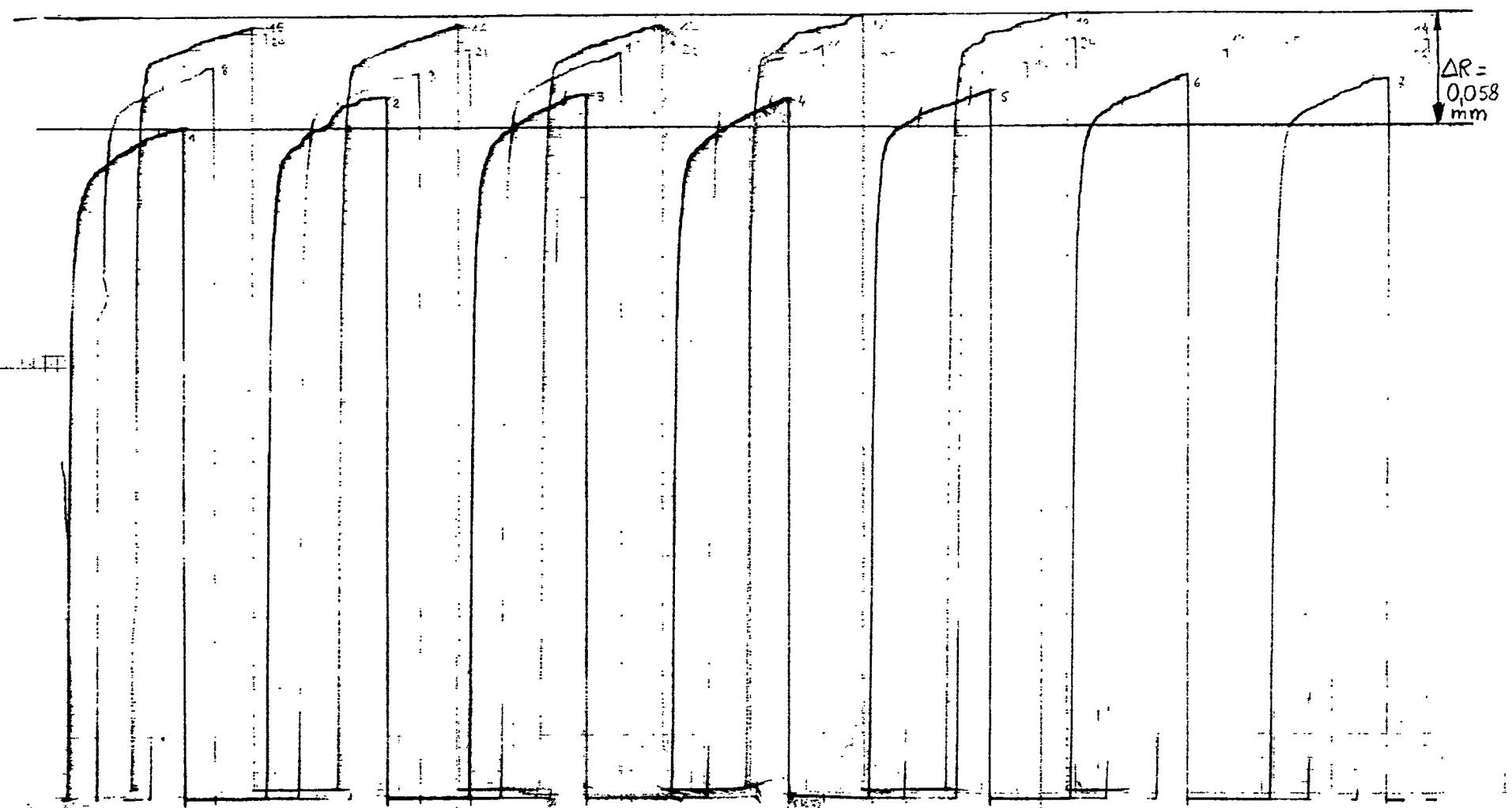
Q = 70 kg

V = 1,3 %

P = 0,35 MPa



$$k_R = 0,0313 \text{ mm/cm} = 31,3 \mu\text{m/cm}$$



Wykres Nr B6

OS 6

Q = 70 kg

V = 1,3 %

P = 0,35 MPa



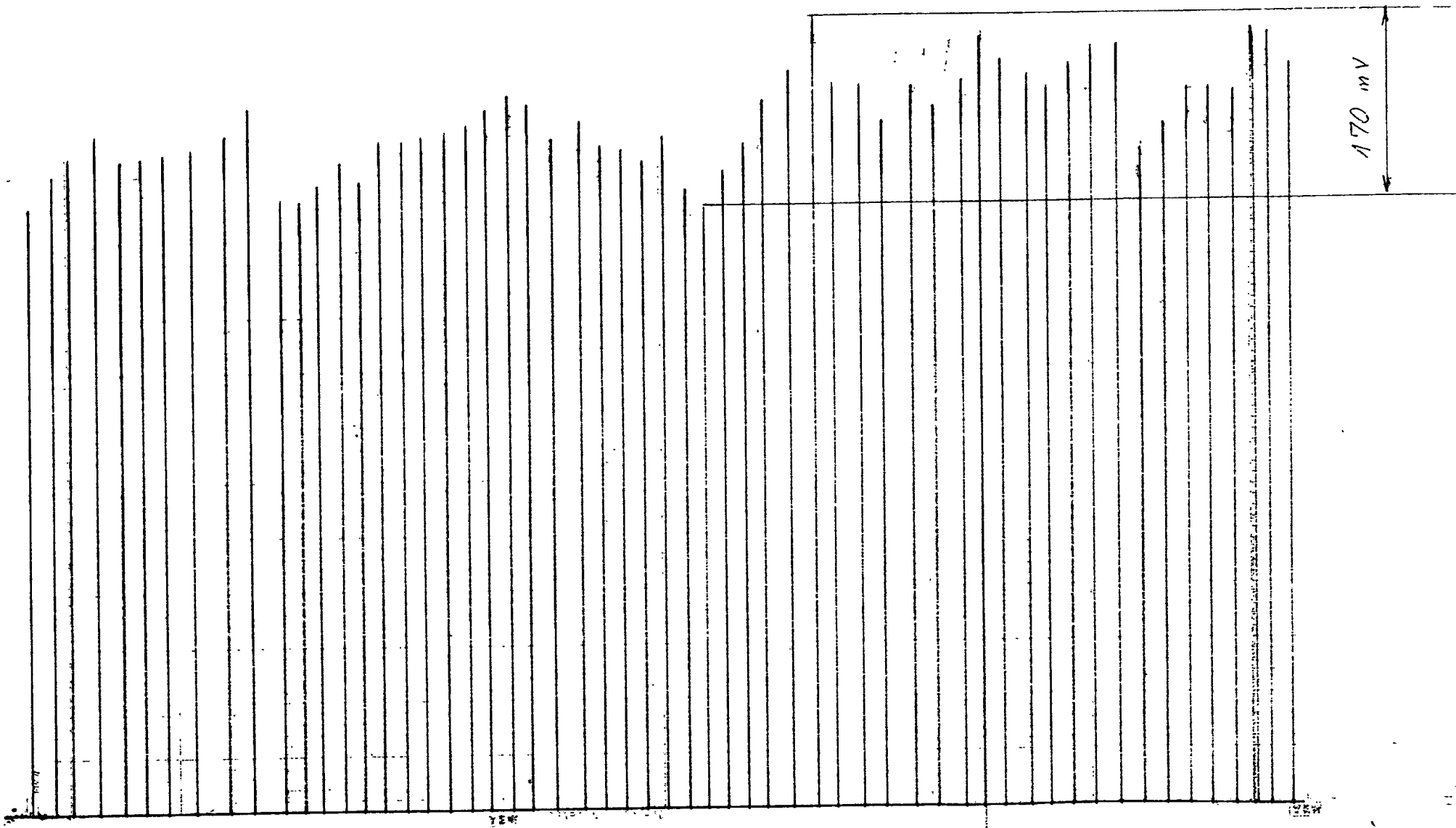
OS I ( $\phi$ )  
obci. 70 kg  
 $P_0 = 0,35 \text{ MPa}$

50 mV/cm

160 mV  $\equiv$  0,1 mm.

$\equiv$   $\approx$  0,11 mm.

170 mV



Wykres Nr B7

OS 1  
Q = 70 kg  
V = 1,3 %  
P = 0,35 MPa