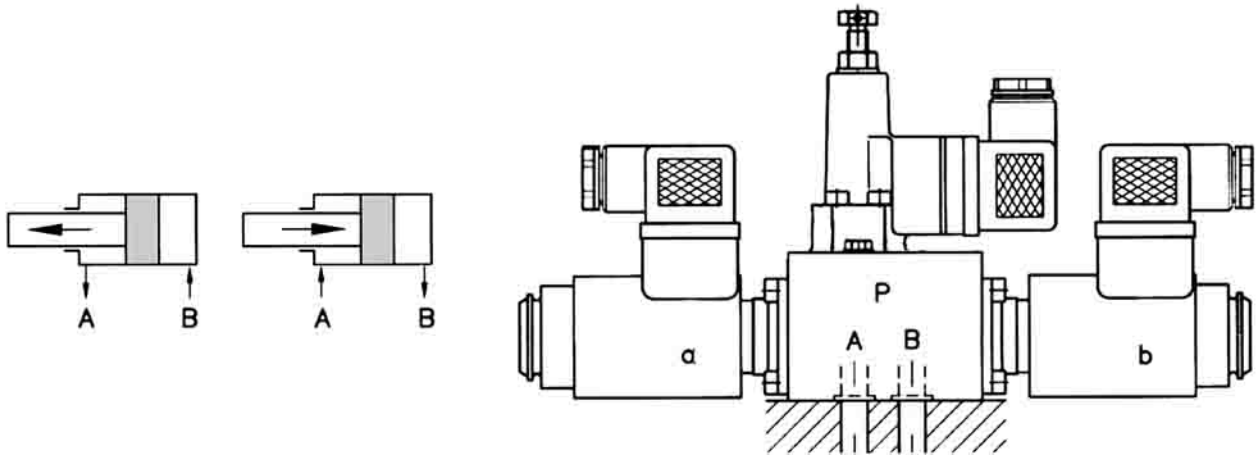
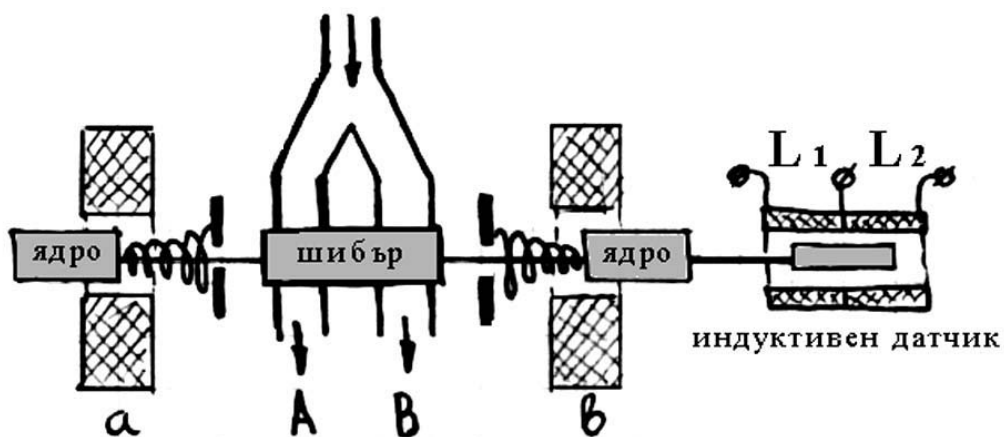


## Електронни устройства за пропорционалната хидравлика.

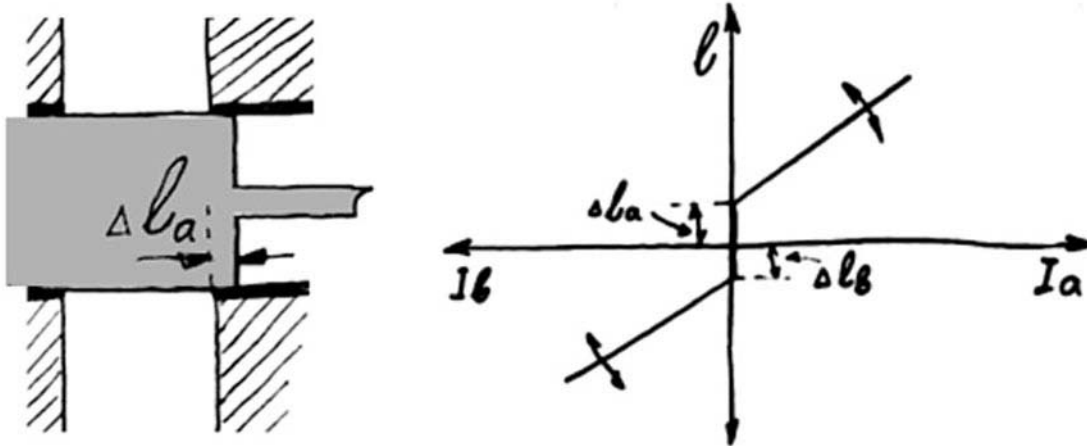
Изпълнителните устройства в хидравликата, като цилиндри, двигатели и други, се управляват с така наречените хидравлични разпределители. С тях се пренасочва маслото под налягане с което се изпълнява съответна команда. Изходната характеристика на разпределителя може да е релейна (отворено-затворено) или пропорционална. При пропорционалните хидравлични устройства изходната величина (налягане, дебит, преместване и т.н.) е пропорционална на входната – ток, напрежение, код и др. Естествено електронните устройства стават значително по-сложни. По-долу



е показан двупосочен пропорционален разпределител. С двата електромагнита **a** и **b** се управляват две маслени магистрали **A** и **B**. Степента на отваряне зависи от тока през електромагнитите. От механичните характеристики на разпределителите се определят изискванията към електронното управление. Освен двупосочни има и еднопосочни разпределители – половината на показния по-горе. В този случай управлението е еднополярно и се управлява само едната магистрала като дебитът през нея зависи от тока през електромагнита. Схематично разпределителят е представен на следващата фигура. Двата електромагнита привличат ядрата като свиват пружините и местят шибъра. В даден момент работи само един електромагнит. Шибърът е тяло с много гладки стени и точни размери. Той отваря и затваря маслените магистрали. В дясно на схемата се намира индуктивен датчик за преместване с който се измерва положението на шибъра. Индуктивностите  $L_1$  и  $L_2$  се променят в зависимост от мястото на сърцевината и отношението им е пропорционално на преместването. Не всички хидравлични разпределители имат такива датчици. Тогава при управлението се разчита на постоянство на характеристиките на пружините и на ел. магнитите. В много случаи за обратна връзка се използва не преместването на шибъра, а резултатът от работата на изпълнителното устройство – хидравличен цилиндър или мотор, което е по-правилен подход. От фигурата се вижда, че в двете посоки участват различни пружини и ел. магнители. Това изисква и различни характеристики (коэффициенти на усилване) на електронната част за двете посоки. Има и



специфични изисквания свързани с наложилите се начин по който се подават управляващите сигнали. Това обикновено става с напрежения, предварително нагласени с потенциометри, които се превключват с релета – т.е управляващият сигнал се променя скокообразно. Ако и шибърът се премести рязко може да се получи хидравличен удар. Освен това с хидравлика обикновено се управляват тежки машини с голяма инертност. По-правилно е движението на шибъра и съответно подаването на маслото да става плавно с ограничена скорост на нарастване на изходния сигнал, която в зависимост от конкретната машина да може да се настройва.



Хидравличният разпределител има и други особености. На фигурата по-горе е показано как шибърът затваря магистралата. Известно е, че в машиностроенето не може да се работи с абсолютна точност. В идеалния случай дължината на шибъра трябва да е равна на разстоянието между двете външни стени на магистралите. В средно положение и двете ще са затворени и при най-малък сигнал в една или друга посока маслото ще прониква в съответната магистрала. В реални условия шибърът се изработва с някаква грешка в размерите и ще бъде по-голям или по-малък. Когато е по-малък маслото ще се подава и по двете магистрали едновременно което е недопустимо. За да не става това шибърът винаги се прави по-голям от необходимото така, че и при долната граница на допуските при изработка двете магистрали да са затворени. Това налага в характеристиката на усилвателя да се въведе стъпало в началото. При най-малък сигнал шибърът трябва да се премести скокообразно с  $\Delta I$ . Това преместване трябва да се настройва индивидуално за всеки разпределител и за всяка посока. Доколкото двата ел.магнита и двете пружини не са еднакви е предвидена и настройка на наклона (усилването) поотделно за двете посоки.

Блоквата схема на електронно устройство за управление на пропорционални хидро-разпределители (в хидравликата - “Електронен усилвател”) включва няколко задължителни блока. Това е преди всичко захранване което от 24(12) V изработва всички необходими за работата на управлението напрежения. Техният брой, полярност и стойност зависят от избраната схема, но задължително от устройството трябва да “излизат” две стабилизирани напрежения с различна полярност +/- 10(5)V. Тези напрежения захранват потенциометрите с които чрез релета се подават командите към усилвателя. Стабилността на тези напрежения определя и точността с която се позиционира шибъра.

Друг задължителен елемент е сумиращ усилвател с три и повече входа - буферира и сумира управляващите сигнали. В изхода на усилвателя има формироваател на управляващия сигнал който не позволява скокообразно изменение. Нарича се **рампа** (платформа) и задава максималната скорост на изменение, като поотделно се настройват скоростите на нарастване и спадане. Трябва да има възможност за изключване на рампата – налага се при обслужване и настройка.

Задължителни са настройки на характеристиките – на стъпалото и на наклона (усилването) и то поотделно за двете посоки. Това се налага по причини подробно коментирани по-горе.

Освен тези “задължителни” блокове повечето производители добавят и допълнителни . Те от една страна подобряват параметрите на усилвателите, а от друга дават допълнителни удобства.

Някои усилватели имат вход за индуктивен датчик за измерване на действителното преместване на шибъра – показан в схемата на пропорционалния разпределител. Обратната връзка осъществена по този начин може да се изключва когато използваният разпределител няма вграден датчик.

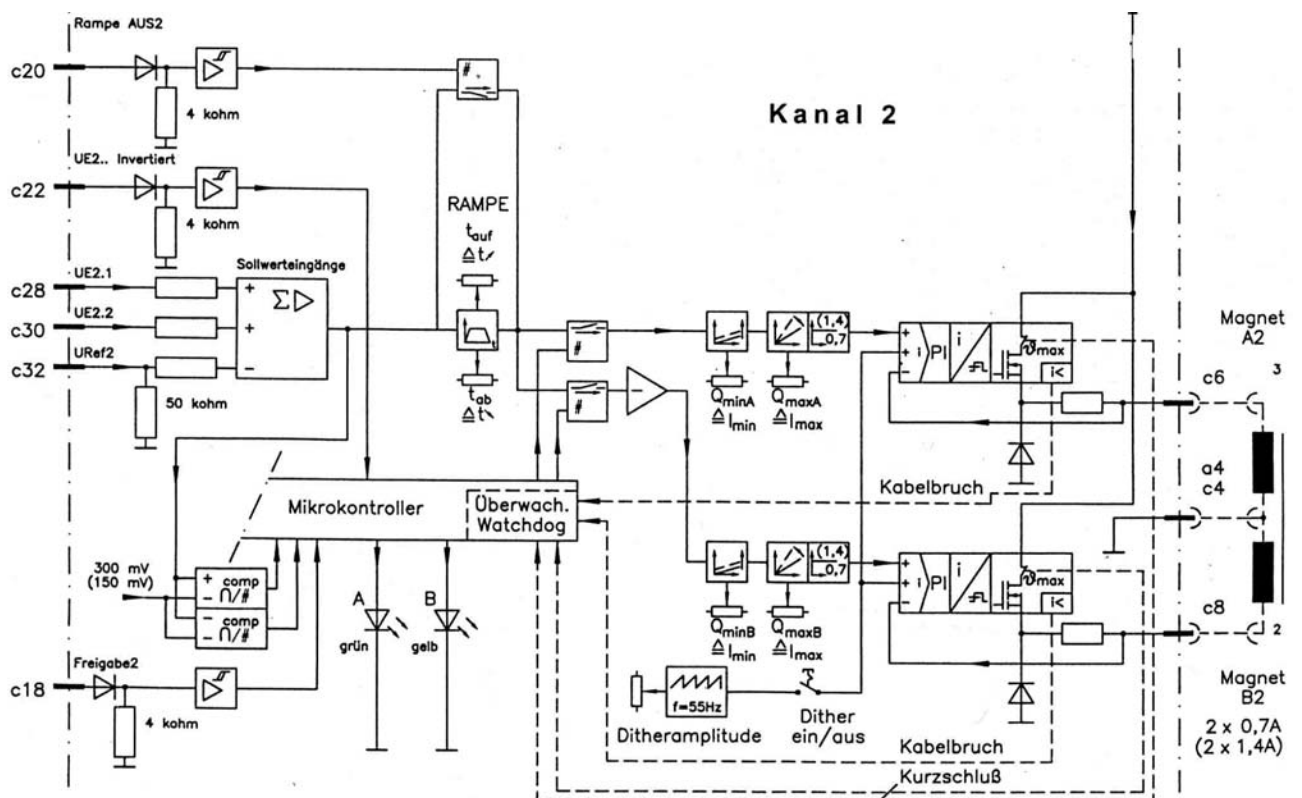
Друго важно допълнение е блок за модулиране на изходния сигнал. Това става с малка амплитуда и честота от 50 до 200 Hz. В някои решения амплитудата може да се настройва, а честотата да се избира между няколко стойности в зависимост от конструкцията и конкретното приложение на разпределителя. И този блок може да се изключва. Нарича се *dither*. Задачата на това модулиране е да накара шибъра да трепти непрекъснато с малка амплитуда. Така триенето се намалява, подобрява се смазването и като краен резултат управлението става по-плавно. Ако няма такъв блок шибърът понякога леко “заклинва” и когато трябва да се премести се получават удари и разколебаване. При някои приложения обаче, този блок трябва да се изключва защото разтрептява цялата хидравлична система.

Като допълнение се използват и различни блокове за индикация и защиты. Чрез тях се показва посоката на движение както и различни аварийни ситуации – претоварване по ток, късо, прекъсване на кабели, прегряване, управляващи сигнали извън нормата и др. Когато има обратна връзка (с индуктивен датчик) се следят нейните параметри и изправност.

При еднопосочни разпределители и управлението е еднопосочно – задаващите напрежения са еднополярни, управлява се един ел. магнит, настройват се характеристиките и рамките само за една посока. Има специализирани управления за еднопосочни разпределители, а естествено могат да се използват и двупосочните .

Много мощни и тежки машини се управляват с разпределители с двустъпално управление. Първото стъпало е разпределител с електрическо управление описано по-горе. Второто стъпало е с хидравлично управление. Тук шибърът се премества с масло защото силата на електромагнитите не е достатъчна. Първото стъпало премества шибъра на второто. Контролерът предназначен за двустъпални разпределители винаги има вход за обратна връзка (индуктивен датчик) за положението на шибъра във второто стъпало. По плавно и устойчиво управление се получава когато има обратна връзка и от двата разпределителя.

На схемата е даден пример за електронен усилвател тип **EV22K1** на фирмата **HAWE**. Той е



двупосочен, без обратна връзка за положението на шибъра (разчита на стабилни параметри на разпределителя). Към отделните стъпала са показани съответните настройки. Използван е микроконтролер, но неговите функции са насочени предимно към индикацията и защитите. Много интересно е развитието на схемните решения през годините. Показаната схема е от м. Март 1994г. В допълнителната литература [D78171-01D.pdf](#) е показана схемата от м. Ноември 1999г. за същото управление. Вижда се, че вместо две, е направено едно крайното стъпало за управление на двата ел. магнита. Освен това функциите на микроконтролера са стеснени. В стария вариант (показан по-горе) контролерът задава посоката на движение и следи тока в крайните стъпала, както и “отговаря” за защитите по претоварване. В новото решение контролерът управлява светодиодите, следи за късо и прекъсване, включва и изключва крайното стъпало. Подобен е захранващият блок като е разширен обхватът на захранващите напрежения – 9-32V.

В [EV1M2.pdf](#) ([D7831.pdf](#) на немски език) е показан електронен усилвател за еднопосочни разпределители. Вижда се, че няма съществена разлика в блоковете и настройките в сравнение с двупосочните. На втора страница от материала са показани и вариантите на основните схеми на свързване на усилвателя към управлението и ел. магнита. То може да става ръчно с потенциометър, с превключване на релета, с бутон за задаване на две положения, дистанционно с ток от 0 до 20 mA и т.н.

Ако обобщим изложеното дотук за изискванията към електронните блокове за управление на хидравлични разпределители (електронни усилватели) се получава следното:

- да работят от нестабилизирано, право или променливо захранващо напрежение 24(12)V. Това изискване не е коментирано но се определя от наложените се правила при изграждането на ел. табла за управление. Така нареченото “оперативно” напрежение е 24V. Често е предвидено филтриращият кондензатор на изправителя да е външен за устройството.

- блокът изработва две стабилизирани напрежения +/- 10V с които да се захранват схемите за задаване на управлението. Това обикновено са потенциометри и/или релета.

- управлението на ел.магнитите трябва да е плавно, като “плавността” се регулира. При необходимост този режим може да се изключва и към ел. магнитите се подава това което се подава на входа. Обикновено изключването се използва при тестове и настройки.

- в предавателните характеристики трябва да има стъпало (скок) в началото. Това стъпало и усилването се настройват индивидуално към всеки разпределител.

- когато устройството е двупосочно и има изходни стъпала за два ел.магнита е недопустимо те да се задействат едновременно. Обикновено има защити по максимален ток, прекъсване на свързващите проводници и прегряване.

- крайните стъпала се модулират с честота 50-200 Hz за по плавно управление.

- в някои устройства има блок за работа с индуктивни датчици с които точно се определя положението на шибъра. Това е задължително при двустъпални разпределители.

### **Въпроси:**

1. Какво представляват пропорционалните хидравлични разпределители?
2. Какви са основните изисквания към електронните устройства за управление на пропорционални хидравлични разпределители?
3. Защо е необходимо стъпало в началото на характеристиката на усилвателя?
4. Защо изходният сигнал към ел. магнитите трябва да се променя плавно и защо трябва да се настройва скоростта на нарастване/спадане?
5. Кога се налага плавното изменение на изхода да се изключва?
6. Защо трябва да се настройва усилването на усилвателя?
7. Защо усилването може да се настройва поотделно в двете посоки +/-?
8. Защо управляващия ел. магнитите ток се модулира?
9. С каква честота се модулира изходния сигнал подаван към ел.магнитите?